



TUGAS AKHIR - SM141501

**OPTIMASI SAVING COST DARI *FUEL TANKERING*
DENGAN PENDEKATAN *FUZZY GOAL*
PROGRAMMING STUDI KASUS PT. X**

**NUR DINA MUSTIFA
NRP 1211 100 014**

**Dosen Pembimbing
Prof. Dr. Mohammad Isa Irawan, MT
Drs. Suhud Wahyudi, M.Si**

**JURUSAN MATEMATIKA
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015**



FINAL PROJECT - SM141501

**COST SAVING OPTIMIZATION OF FUEL TANKERING
WITH FUZZY GOAL PROGRAMMING APPROACH
CASE STUDY IN PT. (X)**

**NUR DINA MUSTIFA
NRP 1211 100 014**

**Supervisor
Prof. Dr. Mohammad Isa Irawan, MT
Drs. Suhud Wahyudi, M.Si**

**Department Of Mathematics
Faculty of Mathematics and Sciences
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2015**

LEMBAR PENGESAHAN

OPTIMASI SAVING COST DARI FUEL TANKERING DENGAN PENDEKATAN FUZZY GOAL PROGRAMMING STUDI KASUS PT. X

COST SAVING OPTIMIZATION OF FUEL TANKERING WITH FUZZY GOAL PROGRAMMING APPROACH IN CASE STUDY PT. (X)

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat
Untuk memperoleh gelar Sarjana Sains
Pada bidang studi Matematika Terapan
Program Studi S-1 Jurusan Matematika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya


Oleh :

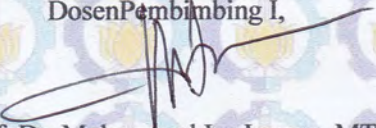
NUR DINA MUSTIFA
NRP. 1211 100 014

Menyetujui,

Dosen Pembimbing II,

Dosen Pembimbing I,


Drs. Suhud Wahyudi, M.Si
NIP. 19600109198701 1 001


Prof. Dr. Mohammad Isa Irawan, MT
NIP. 19631225198903 1 001

Mengetahui,



Prof. Dr. Erna Apriliani, M.Si

NIP. 19660414 199102 2 001
Surabaya, Juli 2015

OPTIMASI SAVING COST DARI *FUEL TANKERING* DENGAN PENDEKATAN *FUZZY GOAL PROGRAMMING* STUDI KASUS PT. X

Nama mahasiswa : Nur Dina Mustifa
NRP : 1211 100 014
Jurusan : Matematika
Pembimbing : Prof. Dr. Mohammad Isa Irawan, MT
Drs. Suhud wahyudi, M.Si

Abstrak

Komponen pengeluaran yang cukup besar dalam operasional bisnis penerbangan adalah pemakaian bahan bakar. Salah satu strategi yang digunakan dalam penghematan biaya pengeluaran bahan bakar pesawat oleh PT. X adalah *fuel tankering*. Dalam penelitian ini dikonstruksikan model *fuzzy goal programming* untuk mengetahui banyaknya avtur yang bisa dibawa pada pelaksanaan *tankering* dengan studi kasus PT.X, dan untuk mengetahui biaya minimal yang dikeluarkan untuk pembelian bahan bakar dan mengetahui *saving* yang bisa diperoleh dari satu rute penerbangan. Dari hasil simulasi model, diketahui nilai tujuan lebih besar dari nilai sisi kanan dan nilai keanggotaannya nol, sehingga dikatakan pelaksanaan *tankering* pada *actualnya* sudah optimal. Dari hasil perhitungan yang dilakukan untuk rute Denpasar – Labuan Bajo – Denpasar dengan pesawat ATR, diperoleh hasil bahwa rute tersebut mampu membawa *extra* sebanyak 1240,407 kg. Sehingga rute tersebut mampu mengoptimalkan *extra* yang pada *actualnya* 951 kg.

Kata kunci : *Fuel Tankering, Fuzzy Goal Programming, Saving.*

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

**COST SAVING OPTIMIZATION OF FUEL TANKERING
WITH FUZZY GOAL PROGRAMMING APPROACH IN
CASE STUDY PT. (X)**

Name of Student : Nur Dina Mustifa
NRP : 1211 100 014
Department : Mathematics
Supervisor : Prof. Dr. Mohammad Isa Irawan, MT
Drs. Suhud Wahyudi, M.Si

Abstract

Sizable expenditure component in the cost of business operations is the use of fuel. One strategy used in saving aircraft fuel expenses by PT. X is fuel tankering. One of the airlines that implementing this strategy is PT. X. In this study constructed a fuzzy goal programming model to determine the amount of jet fuel that can be taken on the implementation of the tankering with PT.X as case studies, to determine the minimal costs incurred for the purchase of fuel, and to know the saving that can be obtained from the flight route. From the results of simulations model, has been known that the value of destination is greather than the value of the right hand side and its membership is zero, so that the execution tankering in actually is optimal. From the results of calculations for the route Denpasar - Labuan Bajo - Denpasar with ATR aircraft, has been known that the route is capable of carrying as much as extra 1240.407 kg. So that route is able to optimize the extra in its actual 951 kg.

Keyword : Fuel Tankering, Fuzzy Goal Programming, Saving.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT, karena dengan limpahan rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan judul

Optimasi *Saving Cost* Dari *Fuel Tankering* Dengan Pendekatan *Fuzzy Goal Programming* Studi Kasus PT. X.

Salah satu tujuan disusunnya laporan Tugas Akhir ini adalah untuk memenuhi sebagian persyaratan dalam mencapai jenjang Sarjana Sains dari Jurusan Matematika Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik dan lancar berkat doa, dukungan dan kerja sama dari banyak pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Mohammad Isa Irawan, MT dan Bapak Drs. Suhud Wahyudi, M.Si selaku dosen pembimbing yang senantiasa meluangkan waktunya guna memberikan ilmu, nasihat dan motivasi dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Drs. Soetrisno, MI. Komp, Bapak Budi Setiyono, S.Si, MT dan Ibu Dr. Dra. Mardlijah, MT selaku dosen penguji, terima kasih atas semua kritik dan saran yang telah diberikan demi perbaikan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Prof. Dr. Erna Apriliani, M.Si selaku Ketua Jurusan Matematika FMIPA ITS yang memberikan dukungan serta kemudahan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
4. Bapak Dr. Chairul Imron, MI.Komp. selaku koordinator Tugas Akhir.
5. Ibu Dra. Farida Agustini Widjajati, MS. Selaku dosen wali yang selalu mengarahkan penulis selama merencanakan studi di Jurusan Matematika ITS.

Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan yang telah dilakukan. Apabila dalam penulisan Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dari berbagai pihak yang sifatnya membangun sebagai

bahan perbaikan di masa mendatang. Semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi semua pihak yang berkepentingan.

Surabaya, Juli 2015

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

- 1 Kedua orang tua yang selalu memberikan semangat, kasih sayang dan doanya kepada penulis demi kelancaran Tugas Akhir ini, dan Lala selaku adik yang selalu menolong disaat kantong tipis.
- 2 Terima kasih kepada Pak Iqbal, Pak Fahim, yang sudah membantu mendengarkan keluh curhatan penulis untuk memecahkan permasalahan Tugas Akhir diwaktu-waktu luang beliau.
- 3 Terima kasih untuk Farid sebagai *partner* selama pengerjaan Tugas Akhir, Singgih yang membantu memecahkan matlab, dan teman-teman MENARA 11 seperjuangan.
- 4 Teman-teman Genggong : Lusi, Faing, Veda, Wanda, Isman, Yongki, Uja, Toni, Zam, Zebri, Suhes yang selalu membuat hari-hari penuh tawa, membuat kehidupan penuh dengan kegilaan, serta semangat dalam setiap tahapan Tugas Akhir.
- 5 Mbak Deta Widyana Dewi selaku pembimbing lapangan, dan bapak, ibu PT.X yang telah memberikan wawasan dan ilmunya selama penulis melaksanakan penelitian.
- 6 Teman-teman Staff Magang BEM ITS : Wira, Yasfi, Indaru, Liyana, Kiki, Ziyad, Dirga, Adip, Andina, yang selalu menjaga tali persaudaraan, serta teman-teman BEM ITS Mahakarya. Selain itu teman-teman Kabinet Bersahabat HIMATIKA ITS : Isman, Yeye, Zain, Liyana, Faing, Habib, Heri, Ilham, Aza.
- 7 Mbak Dian dan Alip yang sudah membantu selama perantauan. Yani dan Aya teman satu apartemen, Arfin teman satu perjuangan mulai SMP, dan teman-teman lainnya yang tidak bisa disebutkan satu per satu.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

	Hal
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxi
DAFTAR SIMBOL.....	xxiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Sejarah PT.X.....	5
2.2.1 Fuel Tankering	7
2.3 Goal Programming.....	8
2.3.1 Unsur-Unsur Goal Programmming.....	9
2.3.2 Metode Penyelesaian Goal Programming.....	11
2.4 Teori Himpunan Fuzzy.....	12
2.4.1 Model <i>Fuzzy Goal Programming</i>	12
2.4.2 Fungsi Keanggotaan	13
2.4.3 Penyelesaian <i>Fuzzy Goal Programming</i>	14
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Studi Literatur	17

3.2 Studi Lapangan.....	17
3.3 Tahap Pengumpulan Data dan Konstruksi Model.....	17
3.3.1 Tahap Pengumpulan Data.....	17
3.3.2 Tahap Konstruksi Model.....	18
3.4 Simulasi.....	19
3.5 Kesimpulan dan Saran.....	19
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
4.1 Pengumpulan Data.....	23
4.1.1 Data Penerbangan	23
4.1.2 Data Spesifikasi pesawat.....	23
4.1.3 Data <i>Econ Tank List</i>	25
4.2 Konstruksi Model.....	25
4.2.1 Model <i>Goal Programming</i>	26
4.2.2 Perhitungan Model <i>Fuzzy Goal Programming</i>	30
4.3 Perancangan Proses Algoritma.....	34
4.3.1 Perancangan Proses Nilai Objektif Batas Bawah.....	35
4.3.2 Perancangan Proses Nilai Objektif Batas Atas.....	37
4.3.3 Perancangan Proses <i>Fuzzy Goal Programming</i>	38
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan.....	43
5.2 Saran	43
DAFTAR PUSTAKA.....	45
LAMPIRAN.....	47

DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 2.1 Jenis kendala tujuan.....	10
Table 4.1 Data rute penerbangan tanggal 15 Maret 2015.....	23
Tabel 4.2 Beban pesawat dan <i>fuel</i>	23
Tabel 4.3 Data <i>fuel</i>	24
Tabel 4.4 Biaya pembelian avtur.....	24
Tabel 4.5 Total biaya pembelian avtur.....	24
Tabel 4.6 Kapasitas pesawat minimum.....	24
Tabel 4.7 Kapasitas maksimum pesawat.....	24
Tabel 4.8 Data <i>Econ Tank List</i>	25
Tabel 4.9 Hasil <i>extra</i> optimal biaya minimal.....	33

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 2.4 Grafik fungsi keanggotaan <i>triangular</i>	14
Gambar 3.1 Diagram alir metodologi penelitian.....	20
Gambar 4.1 Diagram alir penyelesaian <i>goal</i> <i>programming</i> batas bawah.....	35
Gambar 4.2 Diagram alir penyelesaian <i>goal</i> <i>programming</i> batas atas.....	37
Gambar 4.3 Diagram alir <i>fuzzy goal programming</i>	39

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR SIMBOL

z_0	= fungsi objective.
c	= matriks fungsi tujuan.
A	= matriks fungsi kendala.
b	= nilai <i>Right hand side</i> atau nilai sisi kanan.
x	= variabel keputusan.
μ	= fungsi keanggotaan dari himpunan fuzzy.
p_i	= selisih antara nilai sisi kanan.
λ	= nilai keanggotaan untuk tujuan ke-i.
d_i^-	= variabel deviasi negative.
d_i^+	= variabel deviasi positif.
x_i	= nilai fungsi objektif.
C	= kapasitas tanki (kg).
ρ	= massa jenis avtur sebesar 840 kg/m ³ .
V	= volume tanki.
Y	= banyak <i>extra</i> yang ditambahkan (kg).
B_{BC}	= <i>block fuel</i> dari <i>station</i> tujuan ke <i>station</i> selanjutnya (kg).
P	= harga avtur (Rp/liter).
B_{Ab}	= <i>block fuel</i> dari <i>station</i> A ke B.
J	= total biaya yang dikeluarkan.
d_1^-	= deviasi negative menunjukkan penambahan <i>extra</i> diatas yang ditargetkan.
d_1^+	= deviasi positif menunjukkan penambahan <i>extra</i> dibawah yang ditargetkan.

- d_2^- = deviasi negative menunjukkan tingkat pencapaian pengeluaran biaya diatas target yang telah ditargetkan.
- d_2^+ = deviasi positif menunjukkan tingkat pencapaian pengeluaran dibawah biaya yang telah ditargetkan.
- ZFW = berat beban pesawat atau *zero flight weight*.
- B_{AB} = *block fuel* dari *station awal* ke *station* tujuan (kg).
- TOW = berat pesawat saat melakukan *take off*.
- T = berat *trip fuel* (kg).
- LW = berat pesawat saat *landing* (kg).
- x_1 = besar *zero flight weight*.
- x_2 = besar *block fuel station* awak ke istation tujuan.
- x_3 = besar *extra fuel* yang ditambahkan.
- x_4 = besar *trip fuel*.
- x_5 = besar *remain fuel*.

DAFTAR LAMPIRAN

	Hal
Lampiran 1 Data Penerbangan regular bulan Maret 2015.....	47
Lampiran 2 Data <i>Econ Tank List</i> bulan Maret 2015.....	57
Lampiran 3 Hasil nilai tujuan batas bawah dan batas atas <i>goal Programming</i> pada pelaksanaan <i>fuel tankering</i>	58
Lampiran 4 Hasil penyelesaian <i>fuzzy goal programming</i> pada pelaksanaan <i>fuel tankering</i>	62
Lampiran 5 <i>Saving</i> dari pelaksanaan <i>fuel tankering</i>	66
Lampiran 6 <i>Listing program</i>	69

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara kepulauan terbesar di dunia yang terdiri dari 17.508 pulau. Salah satu alat transportasi utama untuk menjangkau dari satu pulau ke pulau lainnya adalah menggunakan transportasi udara. Transportasi udara yang umum digunakan adalah pesawat terbang. Namun, pada tahun 2012 bisnis penerbangan hanya mampu tumbuh 5%, padahal pada tahun sebelumnya bisa mencapai 15%. Keadaan ini salah satunya disebabkan oleh perubahan kurs dollar, sehingga berdampak pada kenaikan harga avtur [1].

Selain harga kurs yang berubah-ubah, persaingan yang ketat pada sektor bisnis maupun non bisnis juga membawa dampak yang besar. Istilah efektif dan efisien pada dunia bisnis akan berdampak pada kelangsungan hidup dari sebuah perusahaan, khususnya pada perusahaan penerbangan. Dengan adanya perubahan harga avtur yang tidak menentu, perusahaan penerbangan harus membuat inisiatif untuk bisa meningkatkan *revenue* dan profit bagi perusahaan. *Fuel tankering* atau *tankering* merupakan strategi yang direkomendasikan bagi perusahaan penerbangan dalam hal penghematan biaya bahan bakar pesawat.

Sebagai salah satu perusahaan penerbangan di Indonesia, PT.X juga menerapkan strategi *fuel tankering*, namun pihak PT. X lebih umum menyebut dengan istilah *economical tanking* atau *econ tank*. Pelaksanaan *fuel tankering* pada PT.X didasarkan pada *Econ Tank List* (ETL), ETL adalah daftar yang berisi rute penerbangan yang berpotensi untuk dilakukannya *tankering* [2]. Selain itu, pelaksanaan *fuel tankering* juga memperhatikan maksimal berat pesawat saat

take off, maksimal berat pesawat saat *landing*, serta kapasitas tanki pesawat

Sehingga, penulisan Tugas Akhir ini membahas tentang pengoptimalan *fuel tankering* dengan memaksimalkan avtur yang dibawa dan meminimalkan biaya pembelian avtur. Permasalahan ini disusun sebagai permasalahan *multi objective linier programming* dengan pendekatan *goal programming*. Untuk itu metode yang digunakan adalah *fuzzy goal programming* dengan metode Zimmerman. Berbeda dengan *goal programming*, dalam *fuzzy goal programming* tidak perlu pembobotan pada setiap fungsi tujuannya. Metode ini hanya menggunakan preferensi khusus pada tujuan yang dapat dimodelkan dengan menggunakan fungsi-fungsi keanggotaan *fuzzy goal programming*. Bentuk *fuzzy goal programming* diformulasikan menjadi bentuk *linier programming* untuk mencari solusi yang optimal [3]. Solusi optimal dari Tugas Akhir ini yaitu berupa penambahan avtur yang dibawa, biaya pembelian avtur dan *saving* yang diperoleh.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dibahas, maka permasalahan yang akan dibahas adalah :

1. Bagaimana menkontruksi model *fuzzy goal programming* pada *fuel tankering* sehingga didapatkan *extra fuel* optimal, biaya pengeluaran minimum dan *saving* optimum pada pelaksanaan *fuel tankering*.
2. Bagaimana mensimulasikan pelaksanaan *fuel tankering* dengan memaksimalkan *extra fuel* yang dibawa dan meminimalkan biaya pembelian avtur menggunakan pendekatan *fuzzy goal programming*.

1.3 Batasan Masalah

Pada Tugas Akhir ini, dibuat batasan masalah yaitu :

1. Jenis pesawat yang digunakan sesuai dengan tipe pesawat yang ada pada *Econ Tank List* (ETL) yaitu pesawat ATR, 330, 333.
2. Penerbangan yang diteliti adalah penerbangan regular.
3. Data yang digunakan adalah data harian pada bulan Maret 2015.
4. Rute yang diteliti sesuai dengan rute yang ada pada ETL.
5. Nilai yang di *fuzzy*kan adalah nilai sisi kanan saja.

Sedangkan asumsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Diasumsikan tidak membahas posisi pesawat saat terbang dan kondisi cuaca saat penerbangan berlangsung.
2. Tidak ada antrian dalam pengisian avtur pada pesawat.
3. Tidak memperhitungkan kekuatan *runway*.
4. Berat *payload* $\leq 70\%$ dari *payload* maksimal.

1.4 Tujuan

Tujuan dari Tugas Akhir ini adalah :

1. Memodelkan pelaksanaan *fuel tankering* dengan menggunakan *fuzzy goal programming* dengan mengoptimalkan *extra fuel* yang dibawa.
2. Mensimulasikan pelaksanaan *fuel tankering* dengan *fuzzy goal programming*, sehingga didapatkan *extra fuel* yang optimal dalam pelaksanaan *fuel tankering* serta mampu meminimalkan biaya pengeluaran dalam pembelian avtur.

1.5 Manfaat

Manfaat yang diperoleh dari Tugas Akhir ini adalah :

1. Dapat digunakan sebagai rekomendasi kepada perusahaan terkait untuk membantu dalam memaksimalkan pelaksanaan *fuel tankering*.

2. Sebagai pengetahuan tambahan bagi pembaca dan penulis mengenai permasalahan penerbangan.

1.6 Sistematika Penulisan

Tugas Akhir ini disusun berdasarkan sistematika penulisan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang penelitian yang dilaksanakan, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan serta manfaat penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Memaparkan teori-teori yang melandasi dan menunjang pengerjaan Tugas Akhir. Selain itu terdapat penjelasan dari penelitian yang sebelumnya sudah dilakukan oleh penulis lain. Dalam studi pustaka disajikan teori dasar *goal programming*, fungsi tujuan dan fungsi kendala *goal programming*, metode penyelesaian *goal programming*. Selain itu terdapat metode *fuzzy goal programming* beserta penyelesaiannya.

BAB III METODE PENELITIAN

Menjelaskan alur kerja dalam pelaksanaan penelitian dan metode yang digunakan penulis dalam mengerjakan Tugas Akhir.

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Menyajikan simulasi data kedalam model persamaan yang telah dibuat, data yang dimasukkan sesuai dengan data persyaratan dibutuhkan dalam pelaksanaan *fuel tankering*.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi kesimpulan dan saran penulis dari penelitian yang telah dilakukan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Dalam Tugas Akhir ini diperlukan tinjauan pustaka untuk dapat menunjang metode yang digunakan dalam pembahasan dalam optimasi *fuel tankering*.

2.1 Penelitian Terdahulu

Pada tahun 2011 Walter J. Lesinski III dalam penelitiannya yang berjudul *Tankering Fuel : A Cost Saving Initiative* membahas tentang *saving cost* dari pelaksanaan *fuel tankering* pada Departemen Pertahanan, Angkatan Udara Amerika Serikat dan *Air Mobility Command* (AMC). Penelitian ini muncul dikarenakan adanya pemborosan penggunaan bahan bakar pada tiga instansi ini. Dalam penelitian yang dilakukan, jika penerbangan menerapkan strategi *fuel tankering* maka penghematan yang bisa diperoleh mencapai \$ 111.000.000.

Selanjutnya pada tahun 2012 Martin Lindgren dan Jonathan Bryhagen melakukan penelitian yang sama dengan thesis yang berjudul *Fuel Tankering Flygprestanda AB*. Dalam penelitian tersebut menggunakan sistem FOCS yang dikembangkan oleh Flygprestanda AB untuk melakukan perencanaan penerbangan dan perhitungan penerbangan, sehingga bisa diketahui dengan mudah profit atau rugi dari pelaksanaan *fuel tankering*.

2.2 Sejarah PT. X

Tanggal 26 Januari 1949 dianggap sebagai hari jadi maskapai penerbangan ini dan merupakan awal dari sejarah PT.X. Pada saat itu nama maskapai penerbangan X adalah X Airways. Pesawat pertama mereka bernama Seulawah atau gunung emas.

Maskapai ini tetap mendukung Indonesia sampai revolusi terhadap Belanda berakhir. PT. X mendapatkan konsesi monopoli penerbangan dari pemerintah Republik

Indonesia pada tahun 1950 dari *Koninklijke Nederlandsch Indie Luchtvaart Maatschappij* (KNILM), perusahaan penerbangan nasional Hindia Belanda. PT. X adalah hasil kerjasama antara pemerintah Indonesia dengan maskapai Belanda *Koninklijke Luchtvaart Maatschappij* (KLM).

Pada awalnya, pemerintahan Indonesia memiliki 51% saham dan selama 10 tahun pertama, perusahaan ini dikelola oleh KLM. Akhirnya pada tahun 1954 KLM menjual sebagian sahamnya ke pemerintah Indonesia. Pada masa awal sejarah PT. X, pemerintah Burma banyak banyak menolong maskapai ini. Oleh karena itu, pada saat maskapai ini diresmikan sebagai perusahaan penerbangan pada 31 Maret 1950, PT. X menyumbangkan pemerintah Burma sebuah pesawat DC-3.

Selama tahun 1980-an PT. X melakukan revitalisasi dan restrukturisasi berskala besar untuk operasi dan armadanya. Hal ini mendorong perusahaan untuk mengembangkan program pelatihan yang komprehensif untuk awak kabin dan awak darat dan mendirikan fasilitas pelatihan khusus di Jakarta Barat dengan nama PT. XTC. Seiring dengan upaya pengembangan usaha, di awal tahun 2005, PT. X memiliki tim manajemen baru, yang kemudian membuat perencanaan baru bagi masa depan Perusahaan. Manajemen baru PT. X melakukan evaluasi ulang dan restrukturisasi Perusahaan secara menyeluruh dengan tujuan meningkatkan efisiensi kegiatan operasional, membangun kembali kekuatan keuangan yang mencakup keberhasilan perusahaan dalam menyelesaikan restrukturisasi utang, menambah tingkat kesadaran para karyawan dalam memahami pelanggan, dan yang terpenting memperbarui dan membangkitkan semangat karyawan PT. X.

Akhirnya pada tahun 2011 PT.X berhasil merekonstruksi utang perusahaan, sehingga mampu membuka jalan untuk menawarkan sahamnya ke public pada tanggal 11 Februari 2011. Dalam menjalani kegiatan operasionalnya, Perusahaan didukung oleh 7.861 orang karyawan, termasuk

2.010 orang siswa yang tersebar di Kantor Pusat dan Kantor Cabang.

2.2.1 Fuel Tankering

Salah satu strategi yang diterapkan PT.X dalam usaha penghematan bahan bakar adalah strategi *fuel tankering*, namun pihak PT.X lebih umum menyebut dengan istilah *economical tanking* atau *econ tank*. Pelaksanaan *econ tank* didasarkan pada *Econ Tank List* (ETL). ETL adalah daftar yang berisi rute penerbangan yang berpotensi untuk dilaksanakannya *tankering*. Daftar ini selanjutnya digunakan oleh *dispatcher* untuk memberikan rekomendasi kepada *cockpit crew* untuk melakukan penerbangan *econ* [2].

Pengertian dari *fuel tankering* adalah prosedur membawa *fuel* tambahan yang bertujuan mendapatkan penghematan biaya dengan memanfaatkan perbedaan harga antara bandara keberangkatan dan bandara kedatangan. Dengan adanya penambahan *fuel* maka akan terjadi pula penambahan muatan atau beban dalam pesawat, sehingga pembakaran *fuel* juga bertambah banyak, oleh karena itu seorang pilot harus mengetahui seberapa besar *extra fuel* yang harus diisikan jika harga *fuel* pada bandara keberangkatan lebih murah dari pada bandara kedatangan, sehingga masih bisa untuk dilakukan *saving* [4].

Selain itu, jika penerbangan melakukan *fuel tankering* maka beban pesawat akan bertambah. Apabila beban pesawat bertambah maka avtur yang dibakar juga semakin banyak. Oleh sebab itu perlu dipertimbangkan juga biaya tambahan yang dikeluarkan akibat *extra fuel*, biaya ini disebut dengan *additional cost*. Selisih harga antara bandara dikurangi dengan nilai *additional cost* maka bisa diketahui *saving cost* rata-rata setiap rute dengan tipe pesawat tertentu.

2.3 Goal Programming

Goal programming merupakan pengembangan dari *linier programming*. diperkenalkan oleh Charnes dan Cooper pada awal tahun 1960. Kemudian teknik ini disempurnakan oleh Ijiri pada pertengahan tahun 1960. Setelah itu terdapat penjelasan yang lengkap dengan beberapa aplikasi pengembangan oleh Ignizio dan Lee pada tahun 1970.

Dalam persamaan linier hanya ada satu fungsi tujuan, sementara terdapat situasi dimana terdapat beberapa tujuan yang ingin dicapai, maka program linier tidak dapat membantu untuk memberikan pertimbangan yang rasional. Untuk itu *goal programming* merupakan analisis yang tepat untuk mencari solusi dari beberapa tujuan yang sifatnya saling bertentangan. *Goal programming* bertujuan untuk meminimumkan deviasi berbagai tujuan, sasaran atau target yang telah ditetapkan.

Ada beberapa istilah yang digunakan dalam goal programming, antara lain sebagai berikut [5] :

1. Variabel keputusan (*decision variabels*) yaitu seperangkat variabel yang tidak diketahui dan yang akan dicari.
2. Nilai sisi kanan (*Right Hand Side atau RHS*) yaitu nilai-nilai yang biasanya menunjukkan ketersediaan sumber daya yang akan ditentukan kekurangannya.
3. Fungsi tujuan yaitu keinginan untuk meminimumkan angka penyimpangan dari suatu nilai RHS pada suatu goal constraint tertentu.
4. Fungsi kendala merupakan batasan yang akan digunakan untuk pengoptimalisasian kegiatan untuk dijadikan acuan sebagai penentuan keputusan masalah yang dihadapi.
5. *Preemptive priority factor* yaitu suatu *system* urutan yang menunjukkan banyaknya tujuan dalam model yang memungkinkan tujuan-tujuan disusun secara ordinal dalam linier goal programming.
6. Variabel simpangan (*deviational variabels*) yaitu variabel-variabel yang menunjukkan kemungkinan penyimpangan negatif atau positif dari suatu nilai RHS kendala tujuan.

7. Bobot (*differential weight*) yaitu bobot yang diekspresikan dengan angka cardinal dan digunakan untuk membedakan variable simpangan didalam suatu tingkat prioritas.

2.3.1 Unsur-Unsur Dalam Goal Programming

Model *goal programming* merupakan perluasan dari model *pemrograman linier*, sehingga seluruh asumsi, notasi, formulasi model matematis, prosedur perumusan model dan penyelesaiannya tidak berbeda. Perbedaan hanya terletak pada kehadiran sepasang variabel deviasional yang akan muncul difungsi tujuan dan fungsi-fungsi kendala [5].

1. Fungsi Tujuan

Ada tiga jenis fungsi tujuan dalam *goal programming* :

1. Minimumkan

$$Z = \sum_{i=1}^m (d_i^- + d_i^+), \quad i = 1, 2, 3 \dots m \quad (1)$$

Fungsi tujuan ini digunakan jika variabel simpangan dalam suatu masalah tidak dibedakan menurut prioritas atau bobot.

2. Minimumkan

$$Z = \sum_{i=1}^m P_k (d_i^- + d_i^+), \quad k = 1, 2, 3, \dots K \quad (2)$$

Fungsi tujuan ini digunakan dalam suatu masalah dengan urutan tujuan diperlukan tetapi variabel simpangan didalam setiap tingkat prioritas memiliki kepentingan yang sama.

3. Minimumkan

$$Z = \sum_{i=1}^m w_k P_k (d_i^- + d_i^+), \quad k = 1, 2, 3 \dots K \quad (3)$$

Fungsi tujuan ini, tujuan-tujuan diurutkan dan variabel simpangan pada setiap tingkat prioritas dibedakan dengan menggunakan bobot yang berlainan w_k .

2. Fungsi Kendala

Ada 6 jenis kendala tujuan yang berlainan. Maksud setiap jenis kendala itu ditentukan oleh hubungannya dengan fungsi tujuan [5], yang diberikan pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Jenis kendala tujuan

Kendala Tujuan	Variabel simpangan	Kemungkinan simpangan	Nilai RHS yang diinginkan
$a_{ij}x_{ij} + d_i^- = b_i$	d_i^-	Negatif	$= b_i$
$a_{ij}x_{ij} - d_i^+ = b_i$	d_i^+	Positif	$= b_i$
$a_{ij}x_{ij} + d_i^- - d_i^+ = b_i$	d_i^-	Negatif dan positif	b_i atau lebih
$a_{ij}x_{ij} + d_i^- - d_i^+ = b_i$	d_i^-	Negatif dan positif	b_i atau kurang
$a_{ij}x_{ij} + d_i^- - d_i^+ = b_i$	d_i^- dan d_i^+	Negatif dan positif	$= b_i$
$a_{ij}x_{ij} - d_i^+ = b_i$	d_i^+	Tidak ada	Pas $= b_i$

3. Kendala Non-Negatif

Untuk kendala non-negatif pada *goal programming* sama dengan kendala non-negatif pada *linier programming*. Variabel-variabel pada model *linier goal programming* biasanya bernilai lebih besar atau sama dengan nol. Semua model *linier programming* terdiri dari simpangan dan variabel keputusan, sehingga pernyataan non-negatif dilambangkan sebagai $x_j, d_i^-, d_i^+ \geq 0$ [5].

2.3.2 Metode Penyelesaian Goal programming

Terdapat dua metode dasar dalam menyelesaikan *goal programming*. Kedua metode tersebut terdiri dari beberapa tujuan dari satu fungsi objektif. Kedua metode ini berbeda sebab secara umum mempunyai solusi yang berbeda. Metode tersebut adalah [6] :

1. Metode Pembobotan

Pada metode ini setiap koefisien diberikan bobot yang berbeda sesuai dengan kepentingannya. Misalkan dalam *goal programming* diberikan n tujuan dan pada tujuan ke- i diberikan fungsi sebagai berikut :

$$\text{Minimum } G_i, i = 1, 2, 3, \dots, n$$

Kombinasi fungsi tujuan dengan metode pembobotan adalah :

$$\text{Minimum } Z = w_1 G_1 + w_2 G_2 + \dots + w_n G_n$$

Parameter $w_i, i = 1, 2, 3, \dots, n$ merupakan bobot positif yang mencerminkan preferensi dari pembuat keputusan terhadap kepentingan relative dari masing-masing tujuan. Tujuan yang paling penting mempunyai bobot yang paling besar.

2. Metode Preemptive

Pada metode preemptive pembuat keputusan harus memprioritaskan terhadap tujuan yang ingin dicapai. Diberikan n tujuan , dengan fungsi tujuan sebagai berikut :

$$\text{Minimum } G_i, i = 1, 2, 3, \dots, n$$

Selanjutnya fungsi tujuan dari permasalahan ditulis sebagai berikut :

Minimum $G_1 = p_1$ (prioritas tertinggi)

.

Minimum $G_n = p_n$ (prioritas terendah)

Parameter $p_i, i = 1, 2, \dots, n$ merupakan variabel yang akan diminimalkan nilainya.

2.4 Teori Himpunan *Fuzzy*

Pada dasarnya teori himpunan *fuzzy* merupakan perluasan dari teori himpunan klasik (*crisp*). Pada teori himpunan klasik, keberadaan suatu elemen pada suatu himpunan hanya akan memiliki dua kemungkinan keanggotaan, yaitu menjadi anggota atau tidak menjadi anggota (Chak, 1998). Pada tahun 1965, Lotfi A. Zadeh memperkenalkan teori himpunan *fuzzy* yang merupakan perluasan dari himpunan *crisp* dimana konsep *fuzzy* dapat menggambarkan situasi yang sebenarnya. Himpunan *crisp* mempunyai batas keanggotaan yang jelas, sementara batas keanggotaan pada himpunan *fuzzy* tidak jelas atau samar.

2.4.1 Model *Fuzzy Goal Programming*

Fuzzy goal programming digunakan dalam menentukan optimasi karena dapat memberi fleksibilitas untuk melihat ketidakpastian akibat samarnya data yang dimiliki. Program linier yang dikemukakan Zimmerman mampu mengatasi kelemahan program linier yaitu mengambil keputusan yang optimal dari permasalahan. Secara umum untuk kasus minimum *program linier fuzzy* dirumuskan sebagai berikut [7] :

$$\text{minimumkan } cx \lesssim z_0 \quad (4)$$

dengan batasan

$$Ax \lesssim b$$

$$x \geq 0$$

Tanda \lesssim bentuk *fuzzy* dari \leq menginterpretasikan “kurang dari sama dengan”. Pertidaksamaan *fuzzy* pada persamaan (4) mewakili *goal fuzzy* dan batasan *fuzzy* pengambil keputusan yang berarti bahwa nilai cx pada fungsi objektif lebih kecil atau sama dengan nilai z_0 dan nilai Ax pada batasan *fuzzy* lebih kecil atau sama dengan nilai b .

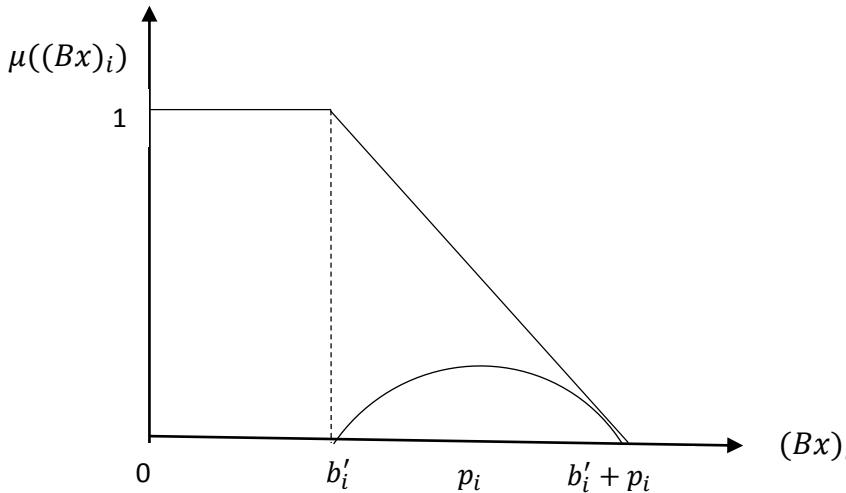
2.4.2 Fungsi Keanggotaan

Dikarenakan $cx \lesssim z_0$ dan batasan *fuzzy* $Ax \lesssim b$ merupakan dua hal yang sama pentingnya seperti pada keputusan *fuzzy* Bellman dan Zadeh, maka persamaan (4) disubstitusi dan ditulis dalam bentuk [6]:

$$Bx \lesssim b', x \geq 0 \text{ dengan } B = \begin{bmatrix} c \\ A \end{bmatrix}, b' = \begin{bmatrix} z_0 \\ b \end{bmatrix}$$

dan $Bx \geq 0$, sehingga untuk memenuhi pertidaksamaan *fuzzy* ke- i , $(Bx)_i \lesssim b'_i$ untuk $i=1, \dots, m$, dari pertidaksamaan *fuzzy* $Bx \lesssim b'$, Zimmermann mengenalkan fungsi keanggotaan linier yang didefinisikan dengan :

$$\mu((Bx)_i) = \begin{cases} 1 & ; & (Bx)_i \leq b'_i \\ 1 - \frac{(Bx)_i - b'_i}{p_i} & ; & b'_i \leq (Bx)_i \leq b'_i + p_i \\ 0 & ; & (Bx)_i \geq b'_i + p_i \end{cases} \quad (5)$$



Gambar 2.4 Fungsi keanggotaan *triangular*

Keterangan :

z_0	= fungsi objective.
c	= matriks koefisien fungsi tujuan.
A	= matriks koefisien fungsi kendala.
b	= nilai <i>Right hand side</i> atau nilai sisi kanan.
x	= variabel keputusan.
$\mu((Bx)_i)$	= fungsi keanggotaan dari himpunan fuzzy.
p_i	= selisih antara nilai sisi kanan.

2.4.3 Penyelesaian *Fuzzy Goal Programming*

Berdasarkan fungsi keanggotaannya, maka semakin besar domain maka memiliki fungsi keanggotaan yang cenderung semakin kecil. Oleh Karena itu, dengan memasukkan variabel *auxiliary* λ , maka untuk mendapatkan nilai α -cut dapat dihitung sebagai berikut [8]:

$$\lambda = 1 - t \text{ atau } t = 1 - \lambda \quad (6)$$

dengan : $b'_i + td_i$ untuk ruas kanan batas ke-i. Jadi untuk sebarang λ berlaku :

$$(Bx)_i \leq b'_i + tp_i \quad (7)$$

Dengan mensubstitusikan persamaan (6) ke persamaan (7), diperoleh :

$$(Bx)_i \leq b'_i + (1 - \lambda)p_i$$

$$(Bx)_i \leq b'_i + p_i - \lambda p_i$$

$$\lambda p_i \leq b'_i + p_i - (Bx)_i$$

$$\lambda \leq \frac{b'_i + p_i - (Bx)_i}{p_i}$$

$$\lambda \leq 1 + \frac{b_i - (Bx)_i}{p_i}$$

$$\lambda \leq \mu((Bx)_i)$$

maka persamaan (4) dapat ditransformasikan ke dalam program linier, sehingga persamaan (4) menjadi :

maksimumkan λ

dengan batasan

$$\begin{aligned} \lambda &\leq \mu((Bx)_i), \text{ untuk } i = 1, \dots, m \\ x &\geq 0. \end{aligned} \quad (8)$$

Permasalahan *fuzzy multiple objective linier programming* (FMOLP) pada metode zimmermann, dapat diselesaikan dengan pendekatan *goal programming* dengan menambahkan variabel simpangan non negatif d_i^- dan d_i^+ , sehingga permasalahan FMOLP menjadi :

maksimumkan λ

dengan batasan

$$\lambda \leq \mu((Bx)_i)$$

$$Ax \leq b$$

Sehingga $(Bx)_i - d_i^+ + d_i^- = x_i$, untuk $i = 1, \dots, k$ (9)

dengan :

λ = nilai keanggotaan untuk tujuan ke-i.

d_i^- = variabel deviasi negative.

d_i^+ = variabel deviasi positif.

x_i = nilai RHS.

$\mu((Bx)_i)$ = fungsi keanggotaan.

Ax = fungsi kendala.

BAB III

METODE PENELITIAN

Terdapat beberapa tahapn dalam penulisan Tugas Akhir ini, antara lain:

3.1 Studi Literatur

Pada tahap pertama dilakukan pengkajian tentang *fuel tankering*, metode *goal programming*, metode *fuzzy linier programming*, dan metode *fuzzy multi objective linier programming*. Studi ini dilakukan dengan membaca buku, jurnal, Tugas Akhir, serta diskusi dengan dosen pembimbing dan dosen yang memiliki keahlian dalam bidang ini.

3.2 Studi lapangan

Langkah ini dilakukan untuk pengumpulan informasi dan data dari kegiatan yang akan diteliti. PT. X dipilih sebagai objek penelitian. Studi lapangan yang dilakukan meliputi diskusi dengan staf ahli dalam bidang *fuel* dan pengambilan data, sehingga diperoleh informasi yang bisa dicocokkan antara model penelitian yang sudah ada dengan sistematika model perusahaan yang diteliti. Studi lapangan diharapkan dapat menunjang proses penelitian.

3.3 Tahap Pengumpulan Data dan Konstruksi Model

Setelah dilakukan studi literatur dan studi lapangan, selanjutnya dilakukan tahap pengumpulan data dan konstruksi model. Dta yang telah diperoleh disusun ke dalam suatu model, model tersebutlah yang diselesaikan pada Tugas Akhir ini.

3.3.1 Tahap Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data dilakukan untuk uji coba agar dapat diketahui model yang telah dikembangkan apakah sesuai dengan kondisi objek penelitian. Adapun data yang dikumpulkan antara lain :

1. Data penerbangan econ tank bulan Maret 2015.
2. Data *econ tank list*.
3. Data tipe pesawat beserta spesifikasi yang meliputi kapasitas tanki, berat pesawat, kapasitas maksimum *takeoff*, dan kapasitas maksimum *landing*.
4. Data kebutuhan *fuel* setiap rute.
5. Data *trip fuel* setiap rute.
6. Data *remain fuel* atau sisa avtur.
7. Daftar harga *fuel* setiap daerah yang direkomendasikan *tankering*.

Data-data ini selanjutnya dimasukkan ke dalam model untuk mendapatkan tujuan yang optimal.

3.3.2 Tahap Konstruksi Model

Pada tahap ini dilakukan pengkonstruksian model terhadap data yang diperoleh. Dalam tahap konstruksi model, penulis melakukan pengolahan data untuk mendapatkan nilai yang optimal. Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam mengolah data adalah :

- a. Menentukan fungsi tujuan yang akan dicapai dalam *goal programming*. Terdapat dua fungsi tujuan yang ingin dicapai yaitu, tujuan yang pertama memaksimalkan avtur yang dibawa, sedangkan tujuan kedua meminimalkan biaya pengeluaran dalam pembelian avtur. Sehingga untuk tujuan pertama dan kedua nilai yang diminimalkan adalah deviasi positif.
- b. Menentukan fungsi kendala yang mempengaruhi tujuan, adapun kendala yang mempengaruhi adalah kendala *take off weight*, *landing weight* dan kapasitas tanki. Untuk kendala berat pesawat saat *Take off* dipengaruhi oleh beban pesawat atau *AZFW*, ditambah *block fuel*, dan *extra fuel*. Kendala berat pesawat saat *landing* dipengaruhi oleh beban pesawat, ditambahkan *block fuel* dan *extra fuel*, kemudian dikurangi

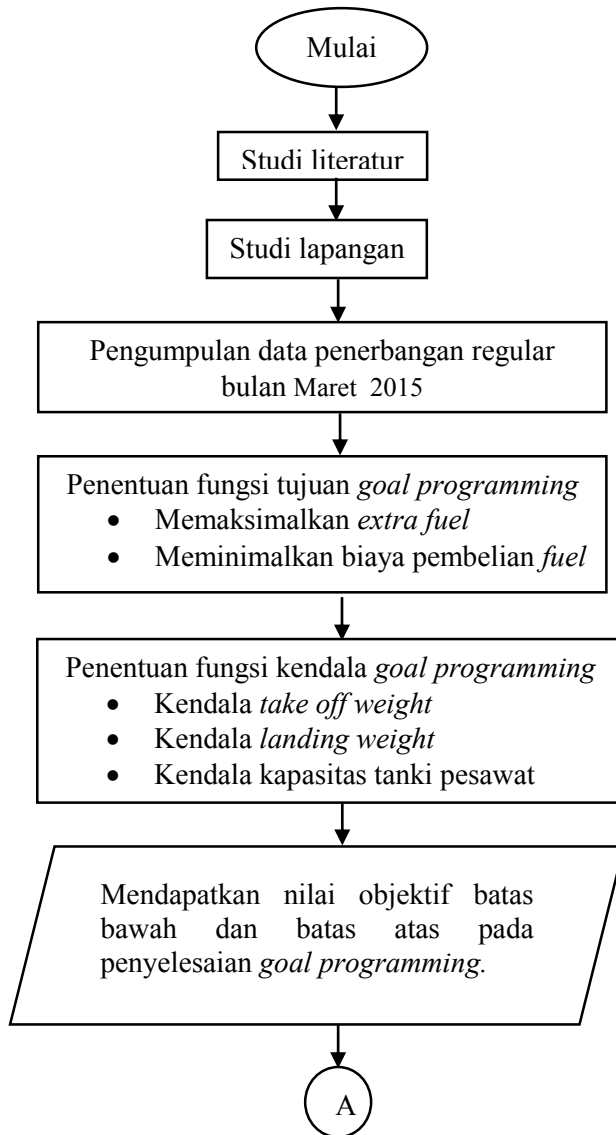
- trip fuel*. Kendala kapasitas tanki dipengaruhi oleh sisa *block fuel* 1 yang harus ditambahkan, *extra fuel*, dan *remain fuel*.
- c. Menentukan nilai RHS ditentukan dari batas bawah dan batas atas dari *take off weight*, *landing weight*, dan kapasitas tanki untuk setiap kendala.
 - d. Mendapatkan nilai objektif batas bawah pada *goal programming* dengan menggunakan nilai RHS batas bawah pada setiap fungsi tujuan dan fungsi kendala.
 - e. Mendapatkan nilai objektif batas atas pada *goal programming* dengan mengambil nilai RHS batas atas.
 - f. Nilai objektif batas bawah dan batas atas selanjutnya dijadikan sebagai fungsi kendala dalam *fuzzy goal programming*. Sedangkan pada *fuzzy goal programming* dinotasikan dengan λ , sehingga fungsi tujuan berubah menjadi memaksimalkan λ atau memaksimalkan nilai fungsi keanggotaannya.
 - g. Dari hasil perhitungan *fuzzy goal programming* diperoleh nilai keanggotaan dan nilai dari variabel keputusan yang selanjutnya disubstitusikan kedalam fungsi tujuan awal, sehingga diperoleh nilai tujuan yang optimal.

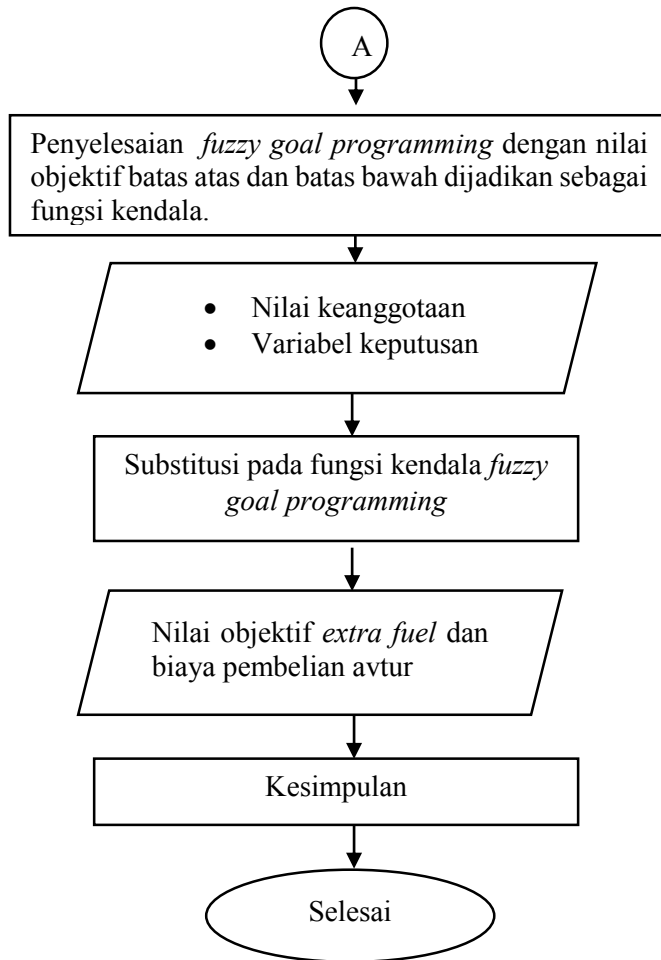
3.4 Simulasi

Pada tahap ini dilakukan simulasi dengan menggunakan *software* Matlab dikarenakan data yang digunakan cukup banyak sehingga memudahkan dalam perhitungan.

3.5 Kesimpulan dan Saran

Setelah dilakukan uji coba kemudian diambil suatu kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan, serta memberikan saran sebagai masukan untuk pengembangan penelitian lebih lanjut.





Gambar 3.1 Diagram alir metode penelitian

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada tahap ini dijelaskan tentang analisis data yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dalam mencapai tujuan penelitian.

4.1 Pengumpulan Data

Dalam tahap pengumpulan data, diperoleh data-data yang diperlukan dalam perhitungan terhadap model penelitian.

4.1.1. Data Penerbangan

Data penerbangan yang digunakan adalah data penerbangan reguler selama bulan Maret 2015 yang melaksanakan *econ tank*, yaitu terhitung dari tanggal 12 maret 2015 sampai tanggal 30 Maret 2015. Diberikan salah satu data rute penerbangan disajikan dalam tabel 4.1 sebagai berikut .

Table 4.1 Data Rute Penerbangan Tanggal 15 Maret 2015

A/C Type	Dep	Arr	Next	Tanggal	Bulan	Tahun
330	CGK	DPS	CGK	15	3	2015
ATR	DPS	LBJ	DPS	15	3	2015

4.1.2 Data Spesifikasi Pesawat

Setiap tipe pesawat memiliki batasan yang berbeda-beda, mulai dari batas berat beban pesawat untuk *take off*, *landing*, kapasitas tanki, dan berat pesawat, semuanya diperhitungkan dalam pelaksanaan *tankering*. adapun spesifikasi untuk pesawat tipe 330 dan ATR diberikan dalam tabel 4.2 sampai dengan tabel 4.7 sebagai berikut

Tabel 4.2 Beban pesawat dan *fuel* (kg).

Rute	AZFW	Block fuel 1	Extra fuel	Trip fuel
330CGKDPSCGK	145272	25861	9000	9368
ATRDPSLBJDPS	16268	2434	951	1012

Tabel 4.3 Data *fuel* (kg)

Rute	<i>Block fuel</i> 1 sisa	<i>Remain</i>	<i>Block fuel</i> 2
330CGKDPSCGK	15891,25	9969,75	20048,1
ATRDPSLBJDPS	1550	884	1981

Tabel 4.4 Biaya pembelian avtur

Rute	Extra (USD)	Harga <i>fuel Block</i> 1 (USD)
330CGKDPSCGK	6403,75	18400,82
ATRDPSLBJDPS	729,12	1866,12

Table 4.5 Total biaya pembelian avtur

Rute	Total <i>Station1</i> (USD)	Total <i>Station1</i> dan 2 (USD)
330CGKDPSCGK	32665,60	33771,45
ATRDPSLBJDPS	3384,93	3564,79

Tabel 4.6 Kapasitas pesawat minimum (kg)

Rute	ETW	ELW	Min Tanki
330CGKDPSCGK	176619	167627	45909,1
ATRDPSLBJDPS	17325	16446	4415

Tabel 4.7 Kapasitas maksimum pesawat (kg).

Rute	MTW	MLW	Max Tanki
330CGKDPSCGK	217000	179000	81623,64
ATRDPSLBJDPS	23000	22350	5350,8

Kapasitas tanki setiap pesawat berbeda-beda, tergantung pada tipe pesawat yang digunakan. Kapasitas tanki pesawat memiliki satuan liter. Namun, dalam pelaksanaan *tankering* diperlukan satuan dalam kilogram, sehingga kapasitas tanki perlu dirubah ke dalam satuan kilogram. Untuk

mencari satu kilogram pada kapasitas tanki dihitung dengan cara sebagai berikut :

$$C = \rho \times V \quad (10)$$

dengan :

C = kapasitas tanki (kg).

ρ = massa jenis avtur sebesar 840 kg/m^3 .

V = volume tanki.

Dengan mengalikan antara massa jenis avtur dengan volume kapasitas tanki, diperoleh kapasitas tanki dengan satuan kilogram [9]. Untuk data penerbangan dan spesifikasi pesawat lainnya disajikan dalam lampiran 1.

4.1.3 Data *Econ Tank List*

Data *econ tank list* merupakan data rekomendasi pelaksanaan econ dengan rute penerbangan yang terdiri dari tipe pesawat, daerah awal, daerah tujuan, daerah selanjutnya serta *saving* per ton, yang diberikan pada tabel 4.8 sebagai berikut.

Tabel 4.8 Data *Econ Tank List*

A/C Type	Arr	Dep	Next	Saving (USD/Ton)
330	CGK	DPS	CGK	30
ATR	DPS	LBJ	DPS	87

Data *econ tank list* masing-masing daerah berbeda-beda, untuk melihat data *econ tank list* lainnya disajikan dalam lampiran 2.

4.2 Konstruksi Model

Pada tahap ini dilakukan tahap penginputan data penerbangan yang terdiri dari data *zero flight weight*, *block fuel*, *remain fuel*, dan *extra* kedalam model persamaan *goal programming* yang sudah dibentuk.

4.2.1 Model *Goal Programming*

Perbedaan antar *linier programming* dan *goal programming* terletak pada tujuan yang akan dicapai, jika *linier programming* hanya satu tujuan sementara *goal programming* lebih dari satu tujuan. Pada Tugas Akhir ini memiliki dua tujuan, yaitu untuk menentukan maksimum *extra* yang bisa dibawa pada pelaksanaan *fuel tankering* dan meminimalkan biaya pembelian avtur sehingga diperoleh *saving* yang optimal. Sehingga langkah pertama membentuk dalam model *goal programming*.

❖ Pendekatan *Goal Programming*

Pada penelitian sebelumnya sudah dikembangkan model persamaan *linier programming* untuk menyelesaikan permasalahan *fuel tankering*. Selanjutnya pada Tugas Akhir ini, dikembangkan menjadi metode *goal programming*, dengan tidak memprioritaskan dan membobotkan variabel simpangannya.

❖ Variabel keputusan

Variabel keputusan dinotasikan dengan x_i , untuk $i = 1, 2, 3, 4$.

x_1 = besar *zero flight weight*.

x_2 = besar *block fuel station* awal ke *station* tujuan.

x_3 = besar *extra fuel* yang ditambahkan.

x_4 = besar *trip fuel*.

x_5 = besar *remain fuel*.

❖ Fungsi Tujuan

Tujuan-tujuan yang ingin dicapai adalah sebagai berikut .

1. Memaksimalkan *extra fuel* yang dibawa.

Untuk menambahkan *fuel* yang dibawa, perlu mempertimbangkan beban pesawat lainnya. Sehingga perlu

diketahui banyak *extra fuel* optimal yang seharusnya dibawa. Formulasinya adalah

Maksimumkan

$$Yx_3 + d_1^- - d_1^+ = B_{BC}$$

sehingga fungsi tujuannya adalah

Minimumkan

$$z = d_i^+,$$

dengan :

Y = banyak *extra* yang ditambahkan (kg).

B_{BC} = *block fuel* dari *station* tujuan ke *station* selanjutnya (kg).

x_3 = besar *extra fuel* yang ditambahkan.

d_1^- = deviasi negative menunjukkan penambahan *extra* diatas yang ditargetkan.

d_1^+ = deviasi positif menunjukkan penambahan *extra* dibawah yang ditargetkan.

2. Meminimalkan Biaya Pengeluaran

Melihat selisih harga antar *station*, penambahan *extra fuel* pada *station* keberangkatan bisa mengurangi pengeluaran, karena bisa saja pada *station* selanjutnya pesawat tidak akan mengisi *fuel* lagi, ataupun saat mengisi tidak terlalu banyak. Untuk mengetahui penghematan yang bisa diperoleh diberikan model sebagai berikut.

$$PB_{AB} + PYx_3 + d_2^- - d_2^+ = J$$

dengan :

P = harga avtur (Rp/liter).

B_{Ab} = *block fuel* dari *station* A ke B.

J = total biaya yang dikeluarkan.

d_2^- = deviasi negative menunjukkan tingkat pencapaian pengeluaran biaya diatas target yang telah ditargetkan.

d_2^+ = deviasi positif menunjukkan tingkat pencapaian pengeluaran dibawah biaya yang telah ditargetkan.

Maka fungsi tujuannya adalah
Minimumkan

$$z = d_2^+$$

❖ Fungsi Kendala

Kendala yang mempengaruhi dari pelaksanaan *tankering* adalah

1. Kendala *Take Off Weight*

Dalam pelaksanaan *fuel tankering* perlu diperhatikan penambahan *extra* yang dibawa, karena semakin banyak membawa *extra* maka beban pesawat juga semakin besar, dan beban tersebut mempengaruhi beban untuk *take off*. Diberikan persamaan *take off weight* adalah:

$$ZFWx_1 + B_{AB}x_2 + Yx_3 \leq TOW$$

dengan :

ZFW = berat beban pesawat atau *zero flight weight*.

B_{AB} = *block fuel* dari *station awal* ke *station tujuan* (kg).

TOW = berat pesawat saat melakukan *take off*.

x_1 = besar *zero flight weight*.

x_2 = besar *block fuel* dari *station awal* ke *station tujuan*.

x_3 = besar *block fuel* dari *station tujuan* ke *station selanjutnya*.

2. Kendala *Landing Weight*

Selain mempertimbangkan berat pesawat untuk *take off*, penambahan *extra* juga harus mempertimbangkan berat pesawat saat *landing*. Persamaan untuk *landing weight* adalah :

$$ZFWx_1 + B_{AB}x_2 + Yx_3 - Tx_4 \leq LW$$

dengan :

T = berat *trip fuel* (kg).

x_4 = besar *trip fuel* yang terbakar (kg).

LW = berat pesawat saat *landing* (kg).

3. Kendala Kapasitas Tanki Pesawat

Kendala ini merupakan fungsi pembatas yang menunjukkan kapasitas tanki, sehingga bisa mengatur banyak sedikitnya avtur yang diisi, persamaannya adalah :

$$B_{AB}x_1 + Yx_2 + Rx_5 \leq C$$

dengan :

R = *remain fuel* atau avtur sisa (kg).

C = kapasitas tanki pesawat (kg).

x_5 = besar avtur yang tersisa.

Setelah diketahui model penyelesaian *goal programming*, nantinya akan dicari nilai dari objektif batas bawah dan nilai objektif batas atas yang merupakan batasan *fuzzy*.

❖ Model Fuzzy Goal Programming

Setelah diketahui model persamaan *goal programming*, selanjutnya model persamaan tersebut dirubah kedalam bentuk *fuzzy goal programming* metode Zimmermann dirumuskan sebagai berikut:

fungsi tujuan

maksimum λ

terhadap kendala

$$\begin{aligned} \lambda &\leq \frac{Z_u - Cx}{Z_u - Z_l} \\ Ax &\leq b \\ x &\geq 0 \end{aligned}$$

dengan :

λ = nilai keanggotaan.

Z_u = nilai objektif batas atas pada *goal programming*.

Z_l = nilai objektif batas bawah pada *goal programming*.

Ax = fungsi kendala.

Cx = fungsi kendala.

b_i = nilai RHS.

4.2.2 Perhitungan Model *Fuzzy Goal Programming*

Dari data-data yang sudah diperoleh, selanjutnya data-data tersebut dimasukkan dalam formulasi model *goal programming*.

❖ Rute Cengkareng-Denpasar-Cengkareng dengan pesawat A330

1. Menghitung nilai objektif batas bawah.

Tujuan

Minimumkan

$$d_1^+ + d_2^+$$

Kendala

$$9000x_3 + d_1^- - d_1^+ = 0$$

$$18400,82x_2 + 6403,75x_3 + d_2^- - d_2^+ = 32665,60$$

$$149272x_1 + 25861x_2 + 9000x_3 \leq 176619$$

$$149272x_1 + 25861x_2 + 9000x_3 - 9368x_4 \leq 167627$$

$$15891,25x_2 + 9000x_3 + 9969,75x_5 \leq 45909,1$$

$$x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, d_1^-, d_1^+, d_2^-, d_2^+ \geq 0$$

Diperoleh $Z_l \text{ extra} = 0$ dan $Z_l \text{ biaya} = \$ 32557.97$

2. Menghitung nilai objektif batas atas.

Tujuan

Minimumkan

$$d_1^+ + d_2^+$$

Kendala

$$9000x_3 + d_1^- - d_1^+ = 20048,1$$

$$18400,82x_2 + 6403,75x_3 + d_2^- - d_2^+ = 33771,45$$

$$149272x_1 + 25861x_2 + 9000x_3 \leq 217000$$

$$149272x_1 + 25861x_2 + 9000x_3 - 9368x_4 \leq 179000$$

$$15891,25x_2 + 9000x_3 + 9969,75x_5 \leq 81623,64$$

$$x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, d_1^-, d_1^+, d_2^-, d_2^+ \geq 0$$

Diperoleh $Z_u \text{ extra} = 19947,99 \text{ kg}$ dan $Z_u \text{ biaya} = \$33671,33$

3. Menghitung *fuzzy goal programming*

Setelah diketahui masing-masing dari nilai objektif batas bawah dan batas atas, selanjutnya diformulasikan kedalam *fuzzy goal programming* sebagai berikut.

Tujuan

$$\max \lambda$$

Kendala

$$\lambda = \frac{19947,99 - (9000x_3 + d_1^- - d_1^+)}{19947,99 - 0}$$

$$\lambda = \frac{33671,33 - (18400,82x_2 + 6403,75x_3 + d_2^- - d_2^+)}{33671,33 - 32557,97}$$

$$9000x_3 + d_1^- - d_1^+ = 20048,1$$

$$18400,82x_2 + 6403,75x_3 + d_2^- - d_2^+ = 33771,45$$

$$149272x_1 + 25861x_2 + 9000x_3 \leq 217000$$

$$149272x_1 + 25861x_2 + 9000x_3 - 9368x_4 \leq 179000$$

$$15891,25x_2 + 9000x_3 + 9969,75x_5 \leq 81623,64$$

$$0 \leq \lambda \leq 1$$

$$x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, d_1^-, d_1^+, d_2^-, d_2^+ \geq 0$$

Dari perhitungan menggunakan *fuzzy goal programming* diketahui bahwa hasil dari extra sebesar 20121,74kg. Nilai ini menunjukkan bahwa nilai objektif lebih besar dari nilai sisi kanan atau $Bx_i \geq p'_i + d_i$ maka $\lambda = 0$. Sehingga pelaksanaan *actual fuel tankering* pada pesawat 330 rute Cengkareng-Denpasar-Cengkareng telah optimal, dengan *extra* sebesar 9000kg.

❖ Rute Denpasar - Labuan Bajo - Denpasar dengan pesawat ATR.

1. Menghitung nilai objektif batas bawah.

Tujuan

Minimumkan

$$d_1^+ + d_2^+$$

Kendala

$$951x_3 + d_1^- - d_1^+ = 0$$

$$1866,2x_2 + 729,12x_3 + d_2^- - d_2^+ = 3384,93$$

$$16268x_1 + 2434x_2 + 951x_3 \leq 17325$$

$$16268x_1 + 2434x_2 + 951x_3 - 1012x_4 \leq 16446$$

$$1550x_2 + 951x_3 + 884x_5 \leq 4415$$

$$x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, d_1^-, d_1^+, d_2^-, d_2^+ \geq 0$$

Diperoleh $Z_l \text{ extra} = 0$ dan $Z_l \text{ biaya} = \$ 3243,34$

2. Menghitung nilai objektif batas atas.

Tujuan

Minimumkan

$$d_1^+ + d_2^+$$

Kendala

$$951x_3 + d_1^- - d_1^+ = 1981$$

$$1866,2x_2 + 729,12x_3 + d_2^- - d_2^+ = 3564,79$$

$$16268x_1 + 2434x_2 + 951x_3 \leq 23000$$

$$16268x_1 + 2434x_2 + 951x_3 - 1012x_4 \leq 22350$$

$$1550x_2 + 951x_3 + 884x_5 \leq 5350,8$$

$$x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, d_1^-, d_1^+, d_2^-, d_2^+ \geq 0$$

Diperoleh $Z_u \text{ extra} = 1879,20 \text{ kg}$ dan $Z_u \text{ biaya} = \$ 3463,60$

3. Menghitung *fuzzy goal programming*

Setelah diketahui masing-masing dari nilai objektif batas bawah dan batas atas, selanjutnya diformulasikan kedalam *fuzzy goal programming* sebagai berikut.

Tujuan

$$\max \lambda$$

Kendala

$$\lambda = \frac{1879,20 - (951x_3 + d_1^- - d_1^+)}{1879,20 - 0}$$

$$\lambda = \frac{3463,60 - (1618x_2 + 455x_3 + d_2^- - d_2^+)}{3463,60 - 3243,34}$$

$$951x_3 + d_1^- - d_1^+ = 1981$$

$$1866,2x_2 + 729,12x_3 + d_2^- - d_2^+ = 3564,79$$

$$16268x_1 + 2434x_2 + 951x_3 \leq 23000$$

$$16268x_1 + 2434x_2 + 951x_3 - 1012x_4 \leq 22350$$

$$1550x_2 + 951x_3 + 884x_5 \leq 5350,8$$

$$0 \leq \lambda \leq 1$$

$$x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, d_1^-, d_1^+, d_2^-, d_2^+ \geq 0$$

Dari perhitungan menggunakan *fuzzy goal programming* diketahui bahwa hasil dari extra sebesar 1240,407 kg dan $\lambda = 0$. Dengan melihat kebutuhan *block fuel* 2 sebesar 1981kg dan 0 merupakan keanggotaan dari *fuzzy*, maka nilai tersebut termasuk didalam keanggotaan *fuzzy*. Sehingga untuk pesawat ATR rute Denpasar – Labuan Bajo – Denpasar pada tanggal 15 Maret 2015 bisa melakukan extra yang optimal sebanyak 1240,407kg, dan biaya pembelian yang dikeluarkan sebesar \$3244,72.

Terdapat rute-rute yang pelaksanaan *actualnya* bisa lebih dioptimalkan, yaitu pada tabel 4.9 berikut :

Tabel 4.9 Hasil untuk *extra* yang optimal dan biaya minimal

Rute	Extra actual	λ	Extra	Biaya
03ATRDPSLBJENE	644	2.88E-09	1253.054	2669.073
03ATRDPSLBJDPS	951	6.34E-05	1240.407	3244.72
03330CGKDPSCGK	9000	1.77E-06	20132.1	34013.42
03330PERDPSCGK	8000	1.17E-06	19929.6	39012.83
03ATRBPNBEJBPN	1300	5.54E-06	1706.433	3945.732
03333CGKDPSCGK	9000	1.81E-06	19404	33442.46
03ATRBPNBEJBPN	1300	3.43E-09	1953.71	3822.864
03ATRDPSLOPDPS	613	2.74E-05	1573.815	2531.252
03ATRDPSLBJDPS	1108	2.88E-09	1296.137	994.6249
03ATRDPSLBJENE	1000	0.00025	1254.435	963.5786

Hasil perhitungan penentuan nilai objektif batas atas dan nilai objektif batas bawah disajikan dalam lampiran 3. Sedangkan hasil perhitungan *fuzzy goal programming* rute lainnya disajikan dalam lampiran 4.

❖ Menghitung *saving* dari pelaksanaan *fuel tankering*

Setelah mengetahui banyak sedikitnya *extra* yang ditambahkan pada pelaksanaan *tankering*, maka bisa diketahui *saving* yang bisa diperoleh, yaitu :

$$Saving = Y \times S$$

Keterangan :

Y = *extra* yang ditambahkan

S = *saving* setiap rute (USD/ton)

Sehingga untuk pelaksanaan *tankering* pada tanggal 15 Maret 2015 adalah :

1. 330 Denpasar – Cengkareng – Denpasar

$$9000 \text{ kg} \times 30 \frac{\text{USD}}{\text{Ton}} = 270 \text{ USD}$$

2. ATR Denpasar – Labuan Bajo – Denpasar

$$1240,407 \text{ kg} \times 87 \frac{\text{USD}}{\text{Ton}} = 107,92 \text{ USD}$$

diperoleh total *saving* sebesar \$ 377,92.

Perhitungan yang sama dilakukan pada rute-rute penerbangan *tankering* lainnya. Dari hasil perhitungan hanya ada beberapa rute yang berpotensi untuk membawa *extra* yang lebih banyak dari pada *actualnya*, sehingga biaya pembelian avtur bisa diminimalkan. Hasil dari perhitungan rute lainnya disajikan pada lampiran 5.

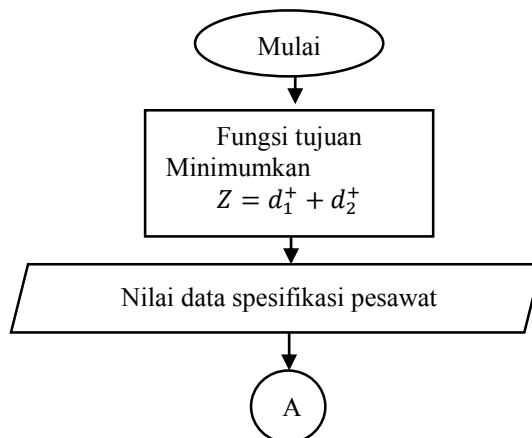
4.3 Perancangan Proses Algoritma

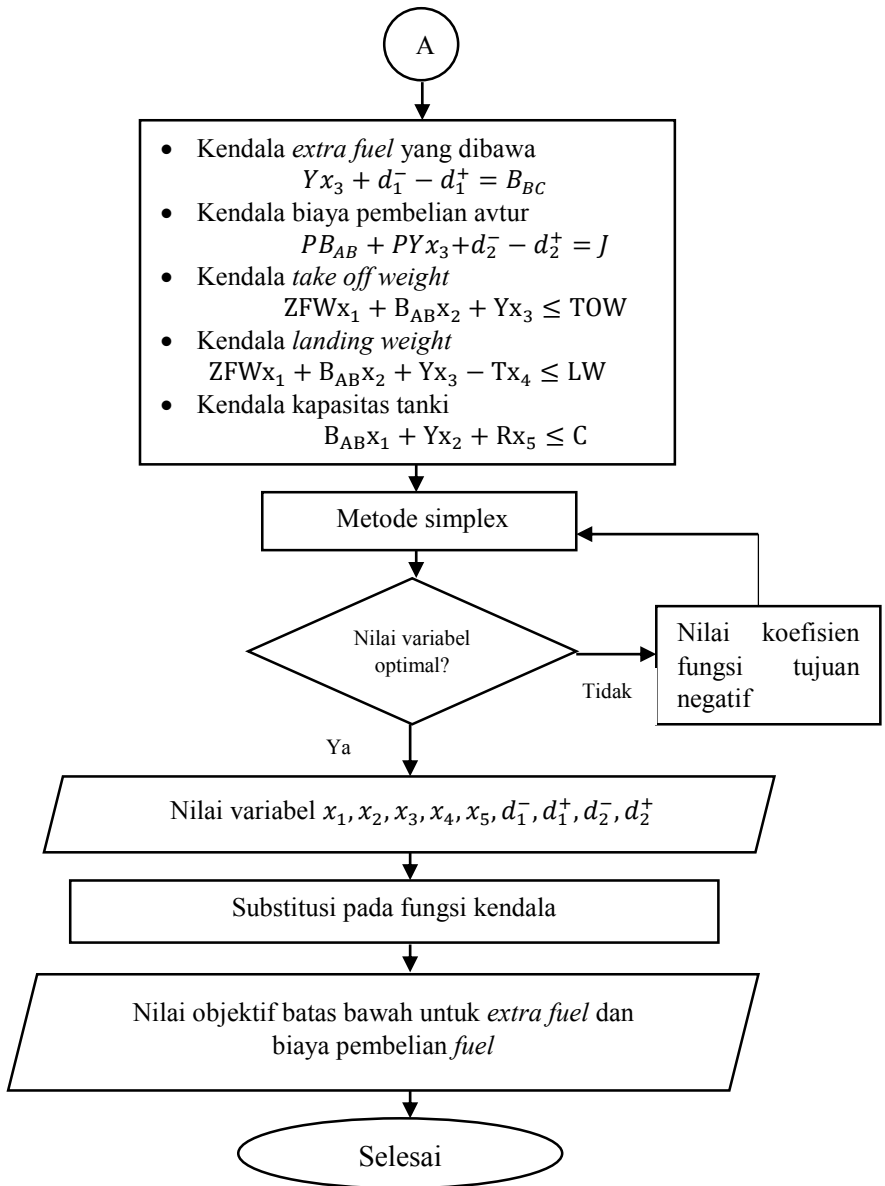
Proses algoritma dimulai dengan mengkonstruksi data-data spesifikasi pesawat kedalam model yang sudah ada. Dalam

model tersebut diperlukan fungsi tujuan, fungsi kendala, dan nilai RHS untuk bisa mendapatkan nilai objektif batas bawah maupun batas atas pada *goal programming*, selanjutnya dibawa kedalam *fuzzy goal programming* untuk mendapatkan nilai objektif yang optimal.

4.3.1 Perancangan Proses Nilai Objektif Batas Bawah

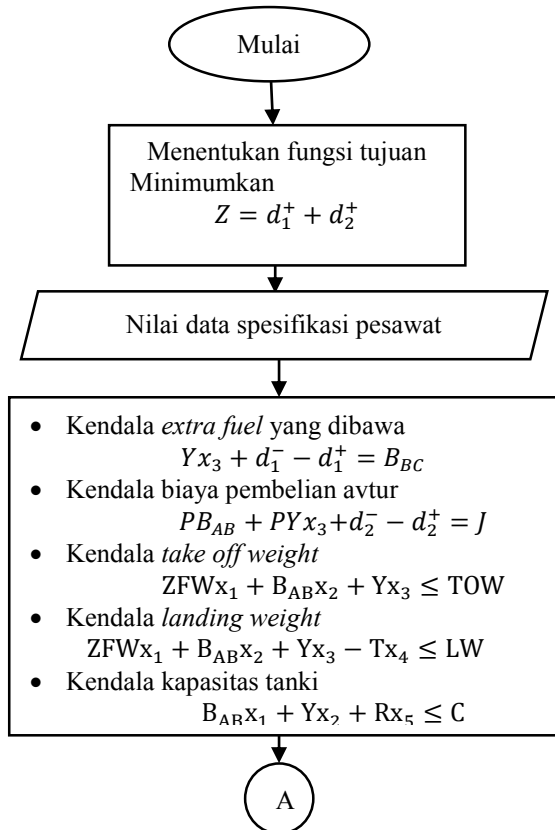
Langkah yang pertama yang dilakukan adalah mencari nilai objektif batas bawah terlebih dahulu. Data yang diperlukan untuk fungsi kendala yaitu nilai dari spesifikasi pesawat, yang terdiri dari *extra fuel actual* yang ditambahkan, biaya pembelian *extra fuel*, biaya pembelian *block fuel* 1, nilai *ZFW*, *block fuel* 1, *extra fuel*, *trip fuel*, *remain fuel*, sisa *block fuel* 1 yang ditambahkan. Nilai RHS adalah nilai *take off weight* batas bawah, *landing weight* batas bawah, dan kapasitas tanki minimum. Sedangkan fungsi tujuannya adalah meminimalkan deviasi positif. Langkah dalam menentukan nilai objektif batas bawah diberikan pada gambar 4.1 sebagai berikut.

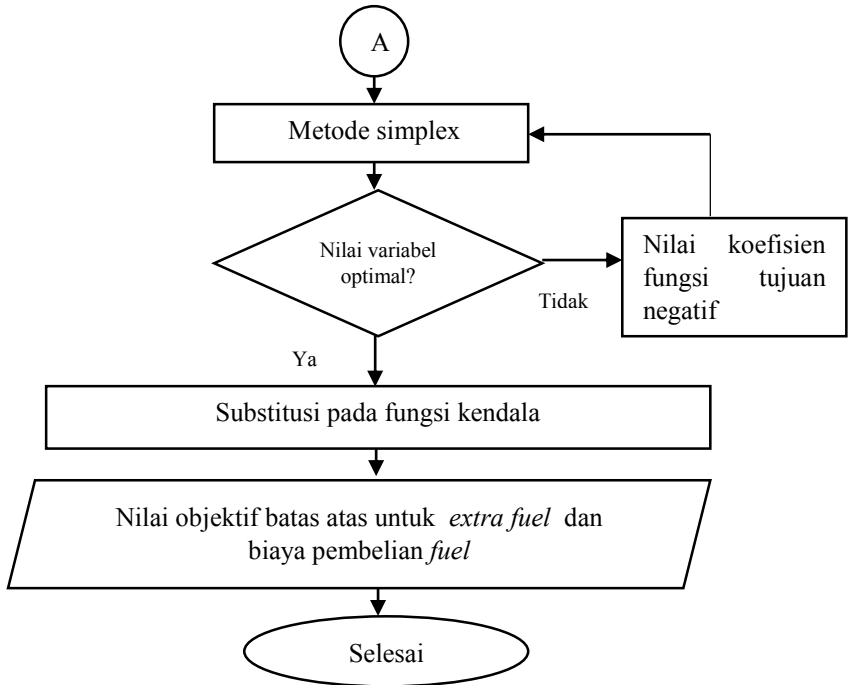


Gambar 4.1 Diagram Alir Penyelesaian *Goal Programming* batas bawah

4.3.2 Perancangan Proses Nilai Objektif Batas Atas

Langkah selanjutnya yaitu menentukan nilai objektif batas atas. Untuk fungsi tujuan dan fungsi kendala yang digunakan sama seperti mencari nilai objektif batas bawah, bedanya terletak pada nilai sisi kanan atau RHS. Nilai sisi kanan yang digunakan adalah nilai batas atas pada masing-masing kendala. Dalam menentukan nilai objektif batas atas ditunjukkan dalam gambar 4.2 sebagai berikut.



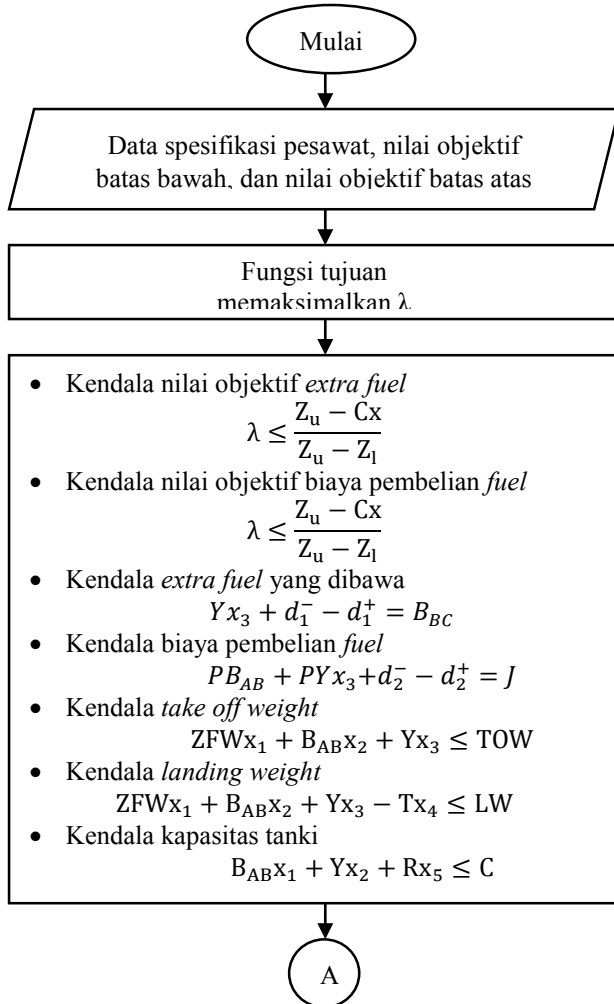


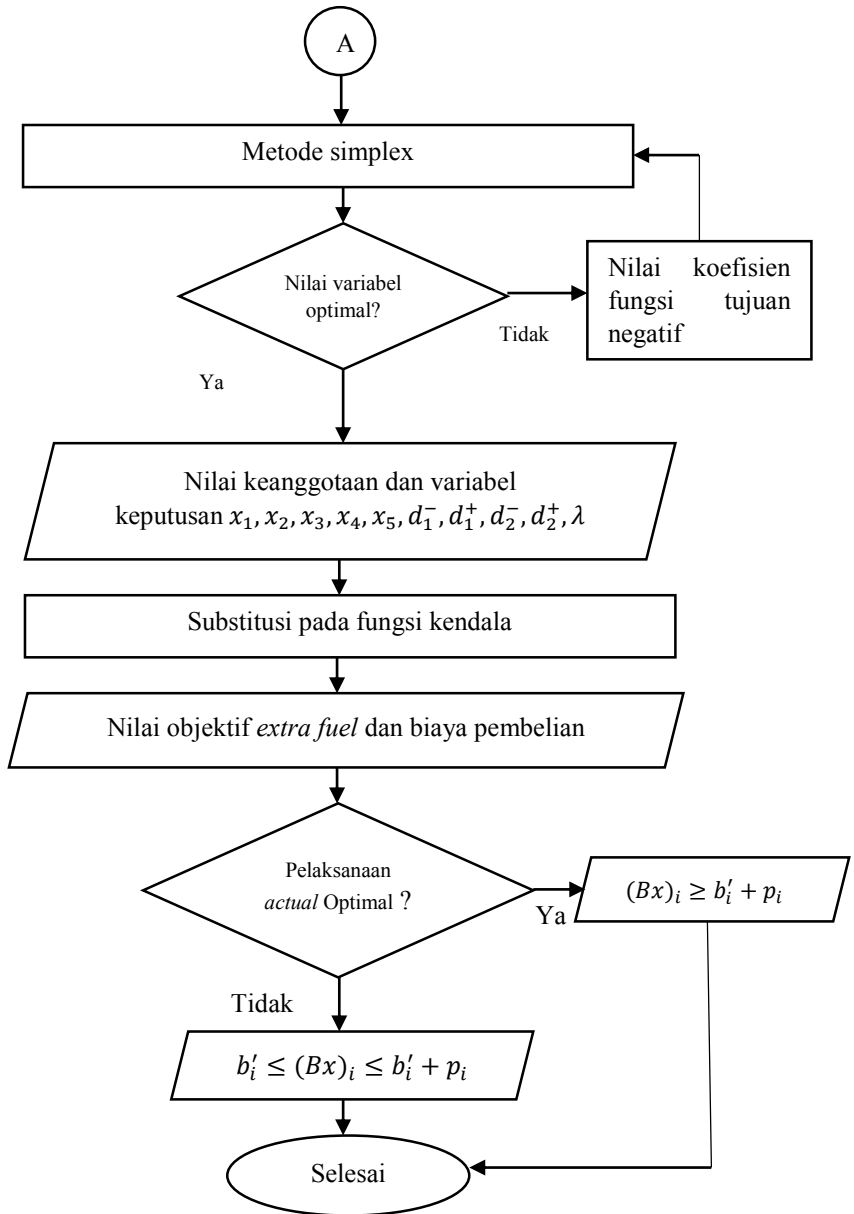
Gambar 4.2 Diagram Alir Penyelesaian *Goal Programming* batas atas

4.3.3 Perancangan Proses *Fuzzy Goal Programming*

Langkah ketiga yaitu mencari nilai objektif pada proses *fuzzy goal programming*. Setelah diketahui masing-masing nilai objektif batas bawah dan batas atas, selanjutnya dari nilai objektif tersebut dijadikan sebagai nilai kendala. Sehingga pada perhitungan *fuzzy goal programming*, fungsi kendala yang digunakan adalah fungsi kendala nilai objektif untuk *extra fuel*, kendala nilai objektif biaya pembelian *fuel*, kendala *extra fuel*, kendala biaya pembelian *fuel*, kendala *take off weight*, kendala *landing weight*, dan kendala kapasitas tanki. Berbeda dengan *goal programming*, jika dalam *goal programming* yang diminimalkan adalah nilai deviasi, saat sudah dibawa kedalam *fuzzy goal programming* yang diminimalkan adalah nilai λ atau

nilai keanggotaannya. Langkah dalam tahap penyelesaian *fuzzy goal programming* diberikan pada gambar 4.3 sebagai berikut.



Gambar 4.3 Diagram alir *fuzzy goal programming*

Penyelesaian *fuzzy goal programming* pada pelaksanaan *fuel tankering* menggunakan Matlab karena data yang dihitung cukup banyak, sehingga untuk mengetahui *listing* programnya maka diberikan pada lampiran 6.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini diberikan kesimpulan sebagai hasil dari analisa model yang telah diperoleh dan saran sebagai pertimbangan dalam pengembangan atau penelitian lebih lanjut.

5.1 Kesimpulan

1. Hasil simulasi pelaksanaan *fuel tankering* dengan metode *fuzzy goal programming* pada pesawat ATR, 330 dan 333 menunjukkan bahwa pelaksanaan *tankering* secara *actual* sudah optimal. Hanya ada beberapa rute yang bisa dioptimalkan lagi *extranya*, yaitu :
ATRDPSLBJENE, ATRDPSLBJDPS, 330CGKDPSCGK, 330PERDPSCGK, ATRBPNBEJBPN, 333CGKDPSCGK, ATRBPNBEJBPN, ATRDPSLOPDPS, ATRDPSLBJDPS, dan ATRDPSLBJENE.
2. Dari penyelesaian model *fuzzy goal programming* diketahui bahwa nilai tujuan lebih besar dari pada nilai sisi kanan atau $Bx_i \geq p'_i + d_i$, sehingga nilai keanggotaannya nol atau $\lambda = 0$, menunjukkan bahwa pelaksanaan *tankering* sudah optimal sesuai dengan pelaksanaan *actual*. Sementara, apabila nilai tujuan kurang dari sama dengan nilai sisi kanan atau $Bx_i \leq p'_i + d_i$ dan nilai keanggotaannya nol, maka merupakan keanggotaan *fuzzy*. Sehingga diketahui nilai *extra* yang optimal, biaya pengeluaran, dan *saving* yang diperoleh.

5.2 Saran

Berikut ini adalah beberapa pertimbangan yang dapat dipakai untuk pengembangan dan penelitian kedepan:

1. Nilai keanggotaan yang diperoleh pada simulasi *fuzzy goal programming* pada pelaksanaan *fuel tankering* dengan

metode Zimmerman kurang memuaskan, sehingga disarankan dalam simulasi selanjutnya menggunakan fungsi keanggotaan *piecewise linier* atau pada metode Hannan supaya dapat meningkatkan nilai fungsi keanggotaan.

2. Disarankan untuk memperhatikan kendala berupa *runway* bandara dan *additional fuel*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonim. (2014). “*Dampak Dolar dan Harga Avtur, Bisnis Penerbangan hanya Tumbuh 5%*”. <http://finance.detik.com/read/2014/03/21/123923/2532726/1036/>, posted : Jumat, 21 Maret 2014. Diakses pada tanggal 11-3-2015.
- [2] Dewi, D.W. 2014. “*Economical Tanking*”. Jakarta, PT.X.
- [3] Rindengan, A.J. Supriyo, P. T., dan kawan-kawan. 2013. “*Model Fuzzy Goal Programming yang Diselesaikan Dengan Linier Programming Pada Perencanaan Produksi*” Matematika IPB.
- [4] Lindgren, M., dan Jonathan Brynhagen. 2012. “*Fuel Tankering*”. Sweden. Lunds Universitet.
- [5] Suwandi, Arief. 2009. “*Penggunaan Nonlinier Goal Programming Untuk Menentukan Jumlah Pemesanan Ekonomis Dari Multi Produk Inventori*”. Depok. Universitas Indonesia.
- [6] Taha, H.A. 2007. “*Operation Reserch an Introduction Eight Edition*”. University of Kansas.
- [7] Sari, E.N. 2010. “*Optimasi Penggunaan Bahan Bakar Unit PLTGU Dengan Menggunakan Model Fuzzy Goal Programming Studi Kasus Di PT. PJB Gresik*”. Surabaya. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [6] Fereidouni, Sepideh. 2011. “*Solving Traveling Salesman Problem By Using a Fuzzy Multi-Objective Linier Programming*”. Yazad. University of Yazad.
- [7] Sari, Nevy. 2011.”*optimasi bahan bakar unit PLTGU dengan menggunakan model fuzzy goal*

programming”, Surabaya, Matematika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

- [8] Sartin. 2012. “*Penerapan Fuzzy Multi Objective Linier Programming Pada Perencanaan Agregat Produksi*”. Jawa Timur. Universitas Pembangunan Nasional.
- [9] Anonim. 2010. “*Material Safety Data Sheet*”. Hal/4. Pertamina.

Lampiran 1. Data penerbangan regular bulan Maret 2015.

Rute	AZFW	<i>Block fuel 1</i>	<i>Extra</i>	<i>Trip Fuel</i>
03ATRDPSPLOPDPS	17638	1618	455	553
03ATRDPSSLBJDPS	15557	2434	1068	1012
03ATRDPSSLBJENE	17015	2434	1267	1012
03ATRDPSSLBJDPS	17468	2434	644	1012
03330CGKDPSCGK	138958	25861	9000	9368
03330CGKDPSCGK	148597	25861	10000	9368
03330PERDPSCGK	146027	33306	7000	20664.5
03ATRDPSSLBJDPS	15950	2434	1390	1012
03ATRDPSSLBJENE	16755	2434	644	1012
03333ICNDPSCGK	154086	25729	8000	9228
03330CGKDPSCGK	149272	25861	9000	9368
03ATRBPBNBEJBPN	17906	3126	1300	786
03ATRDPSSLBJDPS	16268	2434	951	1012
03ATRDPSSLBJDPS	15388	2434	708	1012
03330CGKDPSCGK	131643	25861	9000	9368
03330PERDPSCGK	144772	33306	8000	20664.5
03ATRDPSSLBJDPS	17466	2434	949	1012
03ATRDPSSLBJENE	17284	2434	929	1012
03333MELDPSCGK	155143	25729	6500	9228
03330CGKDPSCGK	143652	25861	10000	9368
03ATRDPSSLBJENE	18550	2434	1000	1012
03ATRDPSSLBJDPS	18908	2434	1000	1012
03333ICNDPSCGK	150032	25729	8000	9228

03330CGKDPSCGK	141980	25861	11000	9368
03330PERDPSCGK	150427	33306	8000	20664.5
03333ICNDPSCGK	145663	25729	8000	9228
03ATRBPNBEJBPN	15202	3126	1300	786
03333CGKDPSCGK	154056	25729	11000	9228
03333CGKDPSCGK	146183	25729	9000	9228
03ATRBPNBEJBPN	17004	3126	1300	786
03333SYDDPSCGK	156496	25729	8000	9228
03330CGKDPSCGK	148334	25861	11000	9368
03330PERDPSCGK	150941	33306	8000	20664.5
03ATRDPSLOPBMU	19688	1618	666	553
03ATRBPNBEJBPN	17936	3126	1300	786
03330CGKDPSCGK	147255	25861	11000	9368
03333CGKDPSCGK	151312	25729	11000	9228
03ATRDPSLBJDPS	18513	2434	1233	1012
03ATRDPSLBJENE	19766	2434	406	1012
03ATRDPSLOPDPS	19104	1618	613	553
03ATRDPSLBJDPS	19773	2434	1108	1012
03ATRDPSLBJENE	19514	2434	1000	1012
03ATRDPSLOPBMU	17707	1618	1010	553

Rute	<i>Block fuel 1</i> sis	<i>Remain</i>	<i>Block fuel 2</i>
03ATRDPSLOPDPS	467	1151	1674
03ATRDPSLBJDPS	1550	884	1981
03ATRDPSLBJENE	1550	884	1319
03ATRDPSLBJDPS	1550	884	1981
03330CGKDPSCGK	15891.25	9969.75	20048.1
03330CGKDPSCGK	15891.25	9969.75	20048.1
03330PERDPSCGK	23336.25	9969.75	20048.1
03ATRDPSLBJDPS	1550	884	1981
03ATRDPSLBJENE	1550	884	1319
03333ICNDPSCGK	16210.8	9518.2	19428
03330CGKDPSCGK	15891.25	9969.75	20048.1
03ATRBPBNEJBPN	1899	1227	2008
03ATRDPSLBJDPS	1550	884	1981
03ATRDPSLBJDPS	1550	884	1981
03330CGKDPSCGK	15891.25	9969.75	20048.1
03330PERDPSCGK	23336.25	9969.75	20048.1
03ATRDPSLBJDPS	1550	884	1981
03ATRDPSLBJENE	1550	884	1319
03333MELDPSCGK	16210.8	9518.2	19428
03330CGKDPSCGK	15891.25	9969.75	20048.1
03ATRDPSLBJENE	1550	884	1319
03ATRDPSLBJDPS	1550	884	1981
03333ICNDPSCGK	16210.8	9518.2	19428
03330CGKDPSCGK	15891.25	9969.75	20048.1
03330PERDPSCGK	23336.25	9969.75	20048.1
03333ICNDPSCGK	16210.8	9518.2	19428
03ATRBPBNEJBPN	1899	1227	2008
03333CGKDPSCGK	16210.8	9518.2	19428
03333CGKDPSCGK	16210.8	9518.2	19428
03ATRBPBNEJBPN	1899	1227	2008
03333SYDDPSCGK	16210.8	9518.2	19428
03330CGKDPSCGK	15891.25	9969.75	20048.1
03330PERDPSCGK	23336.25	9969.75	20048.1
03ATRDPSLOPBMU	467	1151	1572

03ATRBPNBEJBPN	1899	1227	2008
03330CGKDPSCGK	15891.25	9969.75	20048.1
03333CGKDPSCGK	16210.8	9518.2	19428
03ATRDPSLBJDPS	1550	884	1981
03ATRDPSLBJENE	1550	884	1319
03ATRDPSLOPDPS	467	1151	1674
03ATRDPSLBJDPS	1550	884	1981
03ATRDPSLBJENE	1550	884	1319
03ATRDPSLOPBMU	467	1151	1572

Rute	ETW	ELW	Min Tanki	Max Tanki
03ATRDPSPLOPDPS	19710	19246	3292	5350.8
03ATRDPSLBJDPS	17397	16522	4415	5350.8
03ATRDPSLBJENE	19728	18822	3753	5350.8
03ATRDPSLBJDPS	19641	18734	4415	5350.8
03330CGKDPSCGK	164944	156127	45909.1	81623.64
03330CGKDPSCGK	178557	169619	45909.1	81623.64
03330PERDPSCGK	184325	161703	53354.1	81623.64
03ATRDPSLBJDPS	17325	16446	4415	5350.8
03ATRDPSLBJENE	18336	17446	3753	5350.8
03333ICNDPSCGK	172558	210690	45157	81925.2
03330CGKDPSCGK	176619	167627	45909.1	81623.64
03ATRBPNBEJBPN	21397	20669	5134	5350.8
03ATRDPSLBJDPS	17325	16446	4415	5350.8
03ATRDPSLBJDPS	17337	16454	4415	5350.8
03330CGKDPSCGK	159207	150971	45909.1	81623.64
03330PERDPSCGK	177639	159495	53354.1	81623.64
03ATRDPSLBJDPS	19596	18694	4415	5350.8
03ATRDPSLBJENE	19551	18648	3753	5350.8
03333MELDPSCGK	168373	199324	45157	81925.2
03330CGKDPSCGK	169525	161010	45909.1	81623.64
03ATRDPSLBJENE	20956	20016	3753	5350.8
03ATRDPSLBJDPS	22605	21619	4415	5350.8
03333ICNDPSCGK	167853	205159	45157	81925.2
03330CGKDPSCGK	170022	161537	45909.1	81623.64

03330PERDPSCGK	184795	165455	53354.1	81623.64
03333ICNDPSCGK	163553	200433	45157	81925.2
03ATRBPNBEJBPN	18151	17447	5134	5350.8
03333CGKDPSCGK	175127	183792	45157	81925.2
03333CGKDPSCGK	164295	172785	45157	81925.2
03ATRBPNBEJBPN	19943	19226	5134	5350.8
03333SYDDPSCGK	173954	208689	45157	81925.2
03330CGKDPSCGK	180176	171508	45909.1	81623.64
03330PERDPSCGK	185016	165402	53354.1	81623.64
03ATRDPSLOPBMU	20791	20304	3190	5350.8
03ATRBPNBEJBPN	21356	20617	5134	5350.8
03330CGKDPSCGK	180388	171659	45909.1	81623.64
03333CGKDPSCGK	167997	176548	45157	81925.2
03ATRDPSLBJDPS	21174	20226	4415	5350.8
03ATRDPSLBJENE	22074	21092	3753	5350.8
03ATRDPSLOPDPS	20232	19754	3292	5350.8
03ATRDPSLBJDPS	22487	21497	4415	5350.8
03ATRDPSLBJENE	22399	21408	3753	5350.8
03ATRDPSLOPBMU	19687	19209	3190	5350.8

Rute	MTW	MLW	<i>Price Block Fuel</i>	<i>Price Extra</i>
03ATRDPSLOPDPS	23000	22350	1,240.50	348.84
03ATRDPSLBJDPS	23000	22350	1,866.12	818.82
03ATRDPSLBJENE	23000	22350	1,866.12	971.39
03ATRDPSLBJDPS	23000	22350	1,866.12	493.75
03330CGKDPSCGK	217000	179000	18,400.82	6,403.75
03330CGKDPSCGK	217000	179000	18,400.82	7,115.28
03330PERDPSCGK	217000	179000	23,698.14	4,394.39
03ATRDPSLBJDPS	23000	22350	1,866.12	1,065.70
03ATRDPSLBJENE	23000	22350	1,866.12	493.75
03333ICNDPSCGK	217000	179000	15,501.81	4,820.03
03330CGKDPSCGK	217000	179000	18,400.82	6,403.75
03ATRBPNBEJBPN	23000	22350	2,396.67	1,029.78
03ATRDPSLBJDPS	23000	22350	1,866.12	729.12
03ATRDPSLBJDPS	23000	22350	1,866.12	542.81
03330CGKDPSCGK	217000	179000	18,400.82	6,403.75
03330PERDPSCGK	217000	179000	23,698.14	5,022.16
03ATRDPSLBJDPS	23000	22350	1,866.12	727.59
03ATRDPSLBJENE	23000	22350	1,866.12	712.25
03333MELDPSCGK	217000	179000	16,039.97	4,052.23
03330CGKDPSCGK	217000	179000	18,400.82	7,115.28
03ATRDPSLBJENE	23000	22350	1,866.12	766.69
03ATRDPSLBJDPS	23000	22350	1,866.12	766.69
03333ICNDPSCGK	217000	179000	15,501.81	4,820.03
03330CGKDPSCGK	217000	179000	18,400.82	7,826.80

03330PERDPSCGK	217000	179000	23,698.14	5,022.16
03333ICNDPSCGK	217000	179000	15,501.81	4,820.03
03ATRBPNBEJBPN	23000	22350	2,396.67	1,029.78
03333CGKDPSCGK	217000	179000	18,306.90	7,826.80
03333CGKDPSCGK	217000	179000	18,306.90	6,403.75
03ATRBPNBEJBPN	23000	22350	2,396.67	1,029.78
03333SYDDPSCGK	217000	179000	15,501.81	4,820.03
03330CGKDPSCGK	217000	179000	18,400.82	7,826.80
03330PERDPSCGK	217000	179000	23,698.14	5,022.16
03ATRDPSLOPBMU	23000	22350	1,240.50	510.61
03ATRBPNBEJBPN	23000	22350	2,396.67	1,029.78
03330CGKDPSCGK	217000	179000	18,400.82	7,826.80
03333CGKDPSCGK	217000	179000	18,306.90	7,826.80
03ATRDPSLBJDPS	23000	22350	1,866.12	945.33
03ATRDPSLBJENE	23000	22350	1,866.12	311.28
03ATRDPSLOPDPS	23000	22350	1,240.50	469.98
03ATRDPSLBJDPS	23000	22350	1,866.12	849.49
03ATRDPSLBJENE	23000	22350	1,866.12	766.69
03ATRDPSLOPBMU	23000	22350	1,240.50	774.35

Rute	Total biaya Station 1	Total Biaya Station 1 dan 2
03ATRDPSLOPDPS	2,523.94	2,675.92
03ATRDPSLBJDPS	3,384.93	3,564.79
03ATRDPSLBJENE	2,877.38	2,997.13
03ATRDPSLBJDPS	3,384.93	3,564.79
03330CGKDPSCGK	32,665.60	33,771.45
03330CGKDPSCGK	32,665.60	33,771.45
03330PERDPSCGK	36,283.73	39,068.78
03ATRDPSLBJDPS	3,384.93	3,564.79
03ATRDPSLBJENE	2,877.38	2,997.13
03333ICNDPSCGK	27,207.24	30,397.02
03330CGKDPSCGK	32,665.60	33,771.45
03ATRBPBNBEJBPN	3,987.28	4,079.64
03ATRDPSLBJDPS	3,384.93	3,564.79
03ATRDPSLBJDPS	3,384.93	3,564.79
03330CGKDPSCGK	32,665.60	33,771.45
03330PERDPSCGK	36,283.73	39,068.78
03ATRDPSLBJDPS	3,384.93	3,564.79
03ATRDPSLBJENE	2,910.95	2,997.13
03333MELDPSCGK	28,151.76	30,935.18
03330CGKDPSCGK	32,665.60	33,771.45
03ATRDPSLBJENE	2,877.38	2,997.13
03ATRDPSLBJDPS	3,384.93	3,564.79
03333ICNDPSCGK	27,207.24	30,397.02
03330CGKDPSCGK	32,665.60	33,771.45

03330PERDPSCGK	36,283.73	39,068.78
03333ICNDPSCGK	27,207.24	30,397.02
03ATRBPNBEJBPN	3,987.28	4,079.64
03333CGKDPSCGK	32,130.46	33,202.11
03333CGKDPSCGK	32,130.46	33,202.11
03ATRBPNBEJBPN	3,987.28	4,079.64
03333SYDDPSCGK	27,207.24	30,397.02
03330CGKDPSCGK	32,665.60	33,771.45
03330PERDPSCGK	36,283.73	39,068.78
03ATRDPSLOPBMU	2,445.73	2,588.46
03ATRBPNBEJBPN	3,987.28	4,079.64
03330CGKDPSCGK	32,665.60	33,771.45
03333CGKDPSCGK	32,130.46	33,202.11
03ATRDPSLBJDPS	3,384.93	3,564.79
03ATRDPSLBJENE	2,877.38	2,997.13
03ATRDPSLOPDPS	2,523.94	2,675.92
03ATRDPSLBJDPS	3,384.93	3,564.79
03ATRDPSLBJENE	2,877.38	2,997.13
03ATRDPSLOPBMU	2,445.73	2,588.46

Lampiran 2. Data *Econ Tank List* bulan Maret 2015

<i>ECON TANK LIST</i> MARET 2015				
A/C TYPE	DEP	ARR	NEXT	SAVING (USD/Ton)
330	CGK	DPS	CGK	30
330	PER	DPS	CGK	87
333	CGK	DPS	CGK	30
333	MEL	DPS	CGK	44
333	SYD	DPS	CGK	27
333	ICN	DPS	CGK	38
ATR	DPS	LOP	DPS	95
ATR	BPN	BEJ	BPN	19
ATR	DPS	LBJ	DPS	87
ATR	DPS	LBJ	ENE	87
ATR	DPS	LOP	BMU	95

**Lampiran 3. Hasil nilai tujuan batas bawah dan batas atas
goal programming pada pelaksanaan fuel tankering.**

Rute	Z_l extra	Z_l Biaya
03ATRDPSLOPDPS	0.00	2,403.80
03ATRDPSLBJDPS	0.00	3,243.01
03ATRDPSLBJENE	0.00	2,734.25
03ATRDPSLBJDPS	0.00	3,244.38
03330CGKDPSCGK	0.00	32,560.09
03330CGKDPSCGK	0.00	32,557.59
03330PERDPSCGK	0.00	36,170.47
03ATRDPSLBJDPS	0.00	3,242.16
03ATRDPSLBJENE	0.00	2,734.85
03333ICNDPSCGK	0.00	26,600.60
03330CGKDPSCGK	0.00	32,557.97
03ATRBPNBEJBPN	0.00	3,852.45
03ATRDPSLBJDPS	0.00	3,243.34
03ATRDPSLBJDPS	0.00	3,244.20
03330CGKDPSCGK	0.00	32,557.42
03330PERDPSCGK	0.00	36,168.05
03ATRDPSLBJDPS	0.00	3,243.24
03ATRDPSLBJENE	0.00	2,766.44
03333MELDPSCGK	0.00	27,697.43
03330CGKDPSCGK	0.00	32,558.94
03ATRDPSLBJENE	0.00	2,734.30
03ATRDPSLBJDPS	0.00	3,242.55

03333ICNDPSCGK	0.00	26,616.65
03330CGKDPSCGK	0.00	32,558.08
03330PERDPSCGK	0.00	36,167.85
03333ICNDPSCGK	0.00	26,785.76
03ATRBPNBEJBPN	0.00	3,852.50
03333CGKDPSCGK	0.00	31,988.65
03333CGKDPSCGK	0.00	31,989.76
03ATRBPNBEJBPN	0.00	3,852.48
03333SYDDPSCGK	0.00	26,675.61
03330CGKDPSCGK	0.00	32,559.54
03330PERDPSCGK	0.00	36,167.83
03ATRDPSLOPBMU	0.00	2,325.02
03ATRBPNBEJBPN	0.00	3,852.40
03330CGKDPSCGK	0.00	32,559.17
03333CGKDPSCGK	0.00	31,989.52
03ATRDPSLBJDPS	0.00	3,242.09
03ATRDPSLBJENE	0.00	2,734.43
03ATRDPSLOPDPS	0.00	2,403.05
03ATRDPSLBJDPS	0.00	3,242.17
03ATRDPSLBJENE	0.00	2,734.02
03ATRDPSLOPBMU	0.00	2,324.13

Rute	Z_u extra	Z_u Biaya
03ATRDPSLOPDPS	1,571.48	2,577.12
03ATRDPSLBJDPS	1,879.33	3,463.58
03ATRDPSLBJENE	1,220.06	2,896.61
03ATRDPSLBJDPS	1,878.59	3,463.72
03330CGKDPSCGK	19,947.99	33,671.33
03330CGKDPSCGK	19,947.99	33,671.33
03330PERDPSCGK	19,947.98	38,968.64
03ATRDPSLBJDPS	1,879.55	3,463.56
03ATRDPSLBJENE	1,219.89	2,896.56
03333ICNDPSCGK	19,327.89	30,296.90
03330CGKDPSCGK	19,947.99	33,671.33
03ATRBPBNBEJBPN	1,906.68	3,978.28
03ATRDPSLBJDPS	1,879.20	3,463.60
03ATRDPSLBJDPS	1,878.76	3,463.69
03330CGKDPSCGK	19,947.99	33,671.33
03330PERDPSCGK	19,947.98	38,968.64
03ATRDPSLBJDPS	1,879.19	3,463.60
03ATRDPSLBJENE	1,220.07	2,896.57
03333MELDPSCGK	19,327.89	30,835.05
03330CGKDPSCGK	19,947.99	33,671.33
03ATRDPSLBJENE	1,220.08	2,896.58
03ATRDPSLBJDPS	1,879.25	3,463.58
03333ICNDPSCGK	19,327.89	30,296.90
03330CGKDPSCGK	19,947.99	33,671.33

03330PERDPSCGK	19,947.98	38,968.64
03333ICNDPSCGK	19,327.89	30,296.90
03ATRBPNBEJBPN	1,906.68	3,978.29
03333CGKDPSCGK	19,327.89	33,101.98
03333CGKDPSCGK	19,327.89	33,101.99
03ATRBPNBEJBPN	1,906.68	3,978.29
03333SYDDPSCGK	19,327.89	30,296.90
03330CGKDPSCGK	19,947.99	33,671.33
03330PERDPSCGK	19,947.98	38,968.64
03ATRDPSLOPBMU	1,470.88	2,489.66
03ATRBPNBEJBPN	1,906.68	3,978.28
03330CGKDPSCGK	19,947.99	33,671.33
03333CGKDPSCGK	19,327.89	33,101.98
03ATRDPSLBJDPS	1,879.46	3,463.56
03ATRDPSLBJENE	1,219.22	2,896.59
03ATRDPSLOPDPS	1,572.15	2,577.04
03ATRDPSLBJDPS	1,879.36	3,463.56
03ATRDPSLBJENE	1,220.08	2,896.57
03ATRDPSLOPBMU	1,471.31	2,489.65

Lampiran 4. Hasil penyelesaian fuzzy goal programming pada pelaksanaan fuel tankering.

Rute	Selisih <i>extra</i> ($Z_u - Z_l$)	Selisih biaya ($Z_u - Z_l$)	λ
03ATRDPSLOPDPS	1,571.48	173.33	7.88E-16
03ATRDPSLBJDPS	1,879.33	220.57	2.88E-09
03ATRDPSLBJENE	1,220.06	162.36	3.58E-09
03ATRDPSLBJDPS	1,878.59	219.33	2.88E-09
03330CGKDPSCGK	19,947.99	1,111.24	4.14E-06
03330CGKDPSCGK	19,947.99	1,113.74	1.77E-06
03330PERDPSCGK	19,947.98	2,798.17	1.17E-06
03ATRDPSLBJDPS	1,879.55	221.39	2.88E-09
03ATRDPSLBJENE	1,219.89	161.72	2.88E-09
03333ICNDPSCGK	19,327.89	3,696.29	1.81E-06
03330CGKDPSCGK	19,947.99	1,113.36	1.71E-06
03ATRBPNBEJBPN	1,906.68	125.83	3.58E-09
03ATRDPSLBJDPS	1,879.20	220.26	6.34E-05
03ATRDPSLBJDPS	1,878.76	219.49	0.000112
03330CGKDPSCGK	19,947.99	1,113.91	1.77E-06
03330PERDPSCGK	19,947.98	2,800.59	1.17E-06
03ATRDPSLBJDPS	1,879.19	220.36	3.05E-20
03ATRDPSLBJENE	1,220.07	130.14	1.36E-07
03333MELDPSCGK	19,327.89	3,137.62	1.81E-06
03330CGKDPSCGK	19,947.99	1,112.39	1.71E-06
03ATRDPSLBJENE	1,220.08	162.27	3.58E-09
03ATRDPSLBJDPS	1,879.25	221.03	4.13E-12

03333ICNDPSCGK	19,327.89	3,680.25	8.98E-10
03330CGKDPSCGK	19,947.99	1,113.25	1.71E-06
03330PERDPSCGK	19,947.98	2,800.79	5.85E-07
03333ICNDPSCGK	19,059.59	3,511.13	1.82E-06
03ATRBPNBEJBPN	1,906.68	125.79	5.54E-06
03333CGKDPSCGK	19,327.89	1,113.34	8.78E-10
03333CGKDPSCGK	19,327.89	1,112.23	1.81E-06
03ATRBPNBEJBPN	1,906.68	125.80	1.63E-10
03333SYDDPSCGK	19,327.89	3,621.28	8.97E-10
03330CGKDPSCGK	19,947.99	1,111.78	1.77E-06
03330PERDPSCGK	19,947.98	2,800.81	1.19E-06
03ATRDPSLOPBMU	1,470.88	164.63	3.26E-09
03ATRBPNBEJBPN	1,906.68	125.89	3.43E-09
03330CGKDPSCGK	19,947.99	1,112.16	8.57E-10
03333CGKDPSCGK	19,327.89	1,112.47	1.81E-06
03ATRDPSLBJDPS	1,879.46	221.47	2.88E-09
03ATRDPSLBJENE	1,219.22	162.16	3.58E-09
03ATRDPSLOPDPS	1,572.15	173.99	2.74E-05
03ATRDPSLBJDPS	1,879.36	221.39	2.88E-09
03ATRDPSLBJENE	1,220.08	162.55	0.00025
03ATRDPSLOPBMU	1,471.31	165.52	3.35E-10

Rute	λ	<i>Extra</i>	Biaya
03ATRDPSLOPDPS	7.88E-16	2208.085	4145.249
03ATRDPSLBJDPS	2.88E-09	2824.743	4016.818
03ATRDPSLBJENE	3.58E-09	2256.048	3624.407
03ATRDPSLBJDPS	2.88E-09	2738.097	3950.77
03330CGKDPSCGK	4.14E-06	20425.33	34041.44
03330CGKDPSCGK	1.77E-06	21337	34508.25
03330PERDPSCGK	1.17E-06	20453.3	39156.75
03ATRDPSLBJDPS	2.88E-09	5909.867	6382.527
03ATRDPSLBJENE	2.88E-09	1253.054	2669.073
03333ICNDPSCGK	1.81E-06	19801.6	30619.51
03330CGKDPSCGK	1.71E-06	20121.74	33936.5
03ATRBNBEJBPN	3.58E-09	4207.49	5759.122
03ATRDPSLBJDPS	6.34E-05	1240.407	3244.72
03ATRDPSLBJDPS	0.000112	3397.258	2842.93
03330CGKDPSCGK	1.77E-06	20132.1	34013.42
03330PERDPSCGK	1.17E-06	19929.6	39012.83
03ATRDPSLBJDPS	3.05E-20	7154.976	5493.592
03ATRDPSLBJENE	1.36E-07	1737.323	3037.885
03333MELDPSCGK	1.81E-06	19815.25	31201.78
03330CGKDPSCGK	1.71E-06	20111.6	33961.56
03ATRDPSLBJENE	3.58E-09	1391.372	3117.096
03ATRDPSLBJDPS	4.13E-12	5045.988	3875.634
03333ICNDPSCGK	8.98E-10	20009.6	30733.98
03330CGKDPSCGK	1.71E-06	20175.71	33918.81

03330PERDPSCGK	5.85E-07	20716.8	39265.29
03333ICNDPSCGK	1.82E-06	19800.8	30648.48
03ATRBPNBEJBPN	5.54E-06	1706.433	3945.732
03333CGKDPSCGK	8.78E-10	21686.5	34548.44
03333CGKDPSCGK	1.81E-06	19404	33442.46
03ATRBPNBEJBPN	1.63E-10	4532.511	3957.407
03333SYDDPSCGK	8.97E-10	20020	30738.69
03330CGKDPSCGK	1.77E-06	21334.5	34662.87
03330PERDPSCGK	1.19E-06	20496.8	39207.75
03ATRDPSLOPBMU	3.26E-09	2390.468	3057.76
03ATRBPNBEJBPN	3.43E-09	1953.71	3822.864
03330CGKDPSCGK	8.57E-10	21428.11	34629.65
03333CGKDPSCGK	1.81E-06	20748.2	34030.93
03ATRDPSLBJDPS	2.88E-09	2862.459	4046.247
03ATRDPSLBJENE	3.58E-09	1369.63	3340.709
03ATRDPSLOPDPS	2.74E-05	1573.815	2531.252
03ATRDPSLBJDPS	2.88E-09	1296.137	994.6249
03ATRDPSLBJENE	0.00025	1254.435	963.5786
03ATRDPSLOPBMU	3.35E-10	2095.848	1610.15

Lampiran 5. *Saving* dari pelaksanaan *fuel tankering*.

Rute	<i>Saving</i> (USD/Ton)	<i>Extra</i>	<i>Saving</i> (USD)
03ATRDPSPLODPDS	95	455	43.225
03ATRDPSLBJDPS	87	1068	92.916
03ATRDPSLBJENE	87	1267	110.229
03ATRDPSLBJDPS	87	644	56.028
03330CGKDPSCGK	30	9000	270
03330CGKDPSCGK	30	10000	300
03330PERDPSCGK	87	7000	609
03ATRDPSLBJDPS	87	1390	120.93
03ATRDPSLBJENE	87	1253.054	109.0157
03333ICNDPSCGK	38	8000	304
03330CGKDPSCGK	30	9000	270
03ATRBPBNBEJBPN	19	1300	24.7
03ATRDPSLBJDPS	87	1240.407	107.9154
03ATRDPSLBJDPS	87	2434	61.596
03330CGKDPSCGK	30	20132.1	603.963
03330PERDPSCGK	87	19929.6	1733.875
03ATRDPSLBJDPS	87	949	622.4829
03ATRDPSLBJENE	87	929	151.1471
03333MELDPSCGK	44	6500	871.871
03330CGKDPSCGK	30	10000	603.348
03ATRDPSLBJENE	87	1000	121.0494
03ATRDPSLBJDPS	87	1000	439.001
03333ICNDPSCGK	38	8000	760.3648

03330CGKDPSCGK	30	11000	605.2713
03330PERDPSCGK	87	8000	1802.362
03333ICNDPSCGK	38	8000	752.4304
03ATRBPNBEJBPN	19	1706.433	32.42222
03333CGKDPSCGK	30	11000	650.595
03333CGKDPSCGK	30	19404	582.12
03ATRBPNBEJBPN	19	1300	86.1177
03333SYDDPSCGK	27	8000	540.54
03330CGKDPSCGK	30	11000	640.035
03330PERDPSCGK	87	8000	1783.222
03ATRDPSLOPBMU	95	666	227.0944
03ATRBPNBEJBPN	19	1953.71	37.12049
03330CGKDPSCGK	30	11000	642.8434
03333CGKDPSCGK	30	11000	622.446
03ATRDPSLBJDPS	87	1233	249.0339
03ATRDPSLBJENE	87	406	119.1578
03ATRDPSLOPDPS	95	1573.815	149.5124
03ATRDPSLBJDPS	87	1296.137	112.7639
03ATRDPSLBJENE	87	1254.435	109.1359
03ATRDPSLOPBMU	1010	2095.848	199.1055

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Lampiran 6. Listing program penyelesaian fuzzy goal programming pelaksanaan fuel tankering.

Mencari nilai tujuan batas bawah

```
f = [0 0 0 0 0 0 1 0 1];
B = xlsread('DATA.xlsx','Table 2','K3:K50');
C = xlsread('DATA.xlsx','Table 2','O3:O50');
D = xlsread('DATA.xlsx','Table 2','N3:N50');
E = xlsread('DATA.xlsx','Table 2','P3:P50');
F = xlsread('DATA.xlsx','Table 2','Y3:Y50');
G = xlsread('DATA.xlsx','Table 2','AB3:AB50');
H = xlsread('DATA.xlsx','Table 2','AC3:AC50');
J = xlsread('DATA.xlsx','Table 2','L3:L50');
K = xlsread('DATA.xlsx','Table 2','M3:M50');
A = xlsread('DATA.xlsx','Table 2','S3:S50');
R = xlsread('DATA.xlsx','Table 2','R3:R50');
S = xlsread('DATA.xlsx','Table 2','Q3:Q50');
N = xlsread('DATA.xlsx','Table 2','T3:T50');
Kendala1=[B C D];
Kendala2=[Kendala1 -E];
Kendala3=[F G];
Kendala4=[S D R];
RHS = [N H K J A];

Aeq = [0 0 Kendala1(48,3) 0 0 1 -1 0 0;
       0 Kendala3(48,:) 0 0 0 0 1 -1];
Beq = [0 RHS(48,2)]';
Aineq=[Kendala1(48,:) 0 0 0 0 0 0;
       Kendala2(48,:) 0 0 0 0 0;
       0 Kendala4(48,1:2) 0 Kendala4(48,3) 0 0 0 0 ];

Bineq = [RHS(48,3:5)]';
```

```
lb = zeros(9,1);
[x] = linprog(f,Aineq,Bineq,Aeq,Beq,lb);
```

Mencari nilai tujuan batas atas.

```
f = [0 0 0 0 0 0 1 0 1];
B = xlsread('DATA.xlsx','Table 2','K3:K50');
C = xlsread('DATA.xlsx','Table 2','O3:O50');
D = xlsread('DATA.xlsx','Table 2','N3:N50');
E = xlsread('DATA.xlsx','Table 2','P3:P50');
F = xlsread('DATA.xlsx','Table 2','Y3:Y50');
G = xlsread('DATA.xlsx','Table 2','AB3:AB50');
H = xlsread('DATA.xlsx','Table 2','AD3:AD50');
J = xlsread('DATA.xlsx','Table 2','X3:X50');
K = xlsread('DATA.xlsx','Table 2','W3:W50');
A = xlsread('DATA.xlsx','Table 2','V3:V50');
R = xlsread('DATA.xlsx','Table 2','R3:R50');
S = xlsread('DATA.xlsx','Table 2','Q3:Q50');
N = xlsread('DATA.xlsx','Table 2','T3:T50');
Kendala1=[B C D];
Kendala2=[Kendala1 -E];
Kendala3=[F G];
Kendala4=[S D R];
RHS = [N H K J A];

Aeq = [0 0 Kendala1(48,3) 0 0 1 -1 0 0;
       0 Kendala3(48,:) 0 0 0 0 1 -1];
Beq = [RHS(48,1:2)]';
Aineq =[Kendala1(48,:) 0 0 0 0 0 0;
        Kendala2(48,:) 0 0 0 0 0;
        0 Kendala4(48,1:2) 0 Kendala4(48,3) 0 0 0 0 ];
Bineq = [RHS(48,3:5)]';
```

```
lb = zeros(9,1);
[x] = linprog (f,Aineq,Bineq,Aeq,Beq,lb);
```

Formulasi *fuzzy goal programming*

```
f = [-1 0 0 0 0 0 0 0 0 0];
B = xlsread('DATA.xlsx','Table 2','K3:K50');
C = xlsread('DATA.xlsx','Table 2','O3:O50');
D = xlsread('DATA.xlsx','Table 2','N3:N50');
E = xlsread('DATA.xlsx','Table 2','P3:P50');
F = xlsread('DATA.xlsx','Table 2','Y3:Y50');
G = xlsread('DATA.xlsx','Table 2','AB3:AB50');
H = xlsread('DATA.xlsx','Table 2','AD3:AD50');
J = xlsread('DATA.xlsx','Table 2','X3:X50');
K = xlsread('DATA.xlsx','Table 2','W3:W50');
A = xlsread('DATA.xlsx','Table 2','V3:V50');
R = xlsread('DATA.xlsx','Table 2','R3:R50');
S = xlsread('DATA.xlsx','Table 2','Q3:Q50');
N = xlsread('DATA.xlsx','Table 2','T3:T50');
Y = xlsread('DATA.xlsx','Table 2','AY3:AY50');
W = xlsread('DATA.xlsx','Table 2','BB3:BB50');
Z = xlsread('DATA.xlsx','Table 2','AZ3:AZ50');
V = xlsread('DATA.xlsx','Table 2','BC3:BC50');
Kendala1=[B C D];
Kendala2=[Kendala1 -E];
Kendala3=[F G];
Kendala4=[S D R];
Kendala5=[Z V];
RHS1 = [Y W];
RHS = [N H K J A];

Aeq = [Kendala5(1,1) 0 0 Kendala1(1,3) 0 0 1 -1 0 0;
       Kendala5(1,2) 0 Kendala3(1,:) 0 0 0 0 1 -1
```

```

0 0 0 Kendala1(1,3) 0 0 1 -1 0 0;
0 0 Kendala3(1,:) 0 0 0 0 1 -1];

```

```

Beq = [RHS1(1,:) RHS(48,1:2)]';
Aineq = [0 Kendala1(48,:) 0 0 0 0 0 0;
0 Kendala2(48,:) 0 0 0 0 0;
0 0 Kendala4(48,1:2) 0 Kendala4(48,3) 0 0 0 0];
Bineq = [RHS(48,3:5)]';
lb = zeros(10,1);
ub = ones(1,1);
[x] = linprog(f,Aineq,Bineq,Aeq,Beq,lb,ub);

```

BIODATA PENULIS



Penulis lahir di Banyuwangi tanggal 2 mei 1993 dan merupakan anak pertama dari empat bersaudara. Pendidikan dasar ditempuh penulis dari MI Salafiyah 1 Jalen, kemudian dilanjutkan SMPN 1 Genteng dan SMAN 1 Genteng. Melalui jalur undangan penulis diterima sebagai mahasiswa Matematika Institut teknologi Sepuluh Nopember angkatan 2011.

Selama masa perkuliahan, penulis aktif dalam organisasi jurusan maupun Insitut. Diantaranya sebagai staff Kementerian Perekonomian BEM ITS, Panitia ITS Expo, Panitia OMITS, dan Kepala Departemen Perekonomian HIMATIKA ITS periode 2013-2014.

Banyak hal yang perlu diperbaiki dan dikembangkan dari pelaksanaan tugas ahir ini. Penulis mengharapkan kritik dan saran yang bisa dikirimkan melalui email di nurdina.2593@yahoo.co.id untuk saling berbagi demi bertambahnya ilmu pengetahuan dan wawasan bersama.